

TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Rakennus- ja maanmittaustekniikan osasto

ANTTI TUOMAINEN

YRITYKSEN KILPAILUKYVYN LISÄÄMINEN  
POHJARAKENNUSOSAAMISELLA

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi  
diplomi-insinöörin tutkintoa varten Espoossa 10.7.1995

Valvoja:

Apulaisprofessori Jouko Kankainen

Ohjaaja:

DI Riku Tauriainen, Rakennus Oy Lemminkäinen

**Tekijä ja työn nimi:** Antti Tuomainen

Yrityksen kilpailukyvyyn lisääminen pohjarakennusosaamisella

**Päivämäärä:** 10.7.1995**Sivumäärä:** 186**Osasto:**

Rakennus- ja maanmittaustekniikan osasto

**Professuuri:**

Rak-63 Rakentamistalous

**Työn valvoja:** Apulaisprofessori Jouko Kankainen**Työn ohjaaja:** DI Riku Tauriainen, Rakennus Oy Lemminkäinen

Tämä tutkimus on tehty Rakennus Oy Lemminkäisen insinöörirakennusyksikön toimeksiannosta. Tavoitteena oli tuottaa yritysjohdolle tietoa pohjarakentamisen kilpailukentästä ja pohjarakentamisen vaihtoehtoisista ratkaisuista kilpailuedun löytämiseksi.

Kilpailukykytutkimuksen perustana ovat toimineet pääasiassa Porterin toimialaan vaikuttavia voimia ja kilpailustrategioita kuvaavat teorit. Aakerin ja Dayn esittämiä markkinatutkimuksen tekemiseen liittyviä teorioita on sovellettu kyselytutkimusta tehtäessä. Pohjarakentamisen ostopäätösprosessia on arvioitu esitettyjen ostopäätösteorioiden pohjalta.

Kilpailukyvyyn saavuttamiseksi erilaistumisen perusstrategian kautta on kartoitettu uusia Suomessa vähän käytettyjä pohjarakennusmenetelmiä. Kirjallisuudesta, ammattilehdistä, konferenssijulkaisuista ja alan yrittäjiltä on saatu tietoa pohjarakentamisen eri menetelmistä. Kartoitusvaiheen jälkeen näistä menetelmistä on valittu jatkotarkasteluun ne, jotka sopivat parhaiten yrityksen päämääriin ja resursseihin.

Pohjarakentamisen markkinatiedon saamiseksi on suoritettu kysely pohjarakentamisen suunnittelijoille ja suurimmille rakennuttajille. Ruotsin pohjarakennusmarkkinoita on arvioitu perustuen lähinnä tilastolliseen aineistoon. Urakoitsijan omalla pohjarakennusvaihtoehdolla saavutettavaa kilpailuetua on arvioitu kahden tarjousvaiheessa olleen kohteen toteutusvaihtoehtojen analysoinnilla.

Tutkimuksen lopputuloksena on saatu kuva pohjarakentamisen kilpailukentästä Suomessa. Kilpailu toimialalla on kovaa. Alalla on urakoitsijoina sekä kokonaisosaajia että pienempiä erikoistuneita urakoitsijoita. Hankkijat ja suunnittelijat ovat usein erikoistuneita eri menetelmiin. Vaativia pohjarakennuskohteita on harvassa. Kohteet jakautuvat melko tasaisesti koko rakennuttajakenttään.

Kilpailukykyä voidaan lisätä sekä omilla vaihtoehtoisilla suunnitelmilla että uusilla pohjarakennusmenetelmillä. Mahdollisuuksia ja tarvetta kehitystyöhön on eniten maapohjan vahvistamiseen liittyvissä tekniikoissa. Uuden pohjarakennusmenetelmän soveltaminen vaatii verkostumista suunnittelijoiden suuntaan ja yhteistyötä menetelmäkehityksessä. Suunnittelijoiden kautta voidaan vaikuttaa organisaation ostokeskukseen, jonka muodostavat tilaaja, rakennuttaja ja suunnittelijat.

**Avainsanat:**

Yritys, kilpailukyky, kilpailuetu, pohjarakennus, rakentamistalous



**Author and Thesis:** Antti Tuomainen

How to gain competitiveness by knowledge in foundation engineering

**Date:** 10.7.1995**Number of pages:** 186**Faculty:**

Civil engineering and Surveying

**Professorship:**

Rak-63 Construction Economics and Management

**Supervisor:** Associate Professor Jouko Kankainen**Instructor:** MSc Mr Riku Tauriainen

This study was made for the civil engineering unit of Lemminkäinen construction Ltd. The aim was to provide the management with information about the competition field and the alternative solutions of foundation engineering so that competitiveness can be achieved.

The bases for this study were mainly theories of the forces affecting the branch and theories about competition strategies presented by Michael E. Porter. Theories about market research presented by Aaker and Day were applied when making the inquiry. The decision making process in buying in foundation engineering was evaluated using several theories for buying behaviour.

To attain competitive edge through the fundamental strategy of differentiation, new methods of foundation engineering seldom used in Finland were surveyed. Information of new methods of foundation engineering was obtained from literature, technical papers, conference papers and also from enterprises in the field. After this surveying phase the methods that best suited the companies' goals and resources were selected for further study.

An inquiry to the designers and the significant clients of foundation engineering was made to obtain information of the markets. The markets in foundation engineering in Sweden were analysed mainly on statistical material. The competitive edge that can be gained by the contractors' own alternative layouts was evaluated through analysing different choices for two contract offers.

A result of this study is an impression of the competition field in foundation engineering in Finland. The competition is fierce. There are both contractors with comprehensive know-how and contractors who are smaller and specialised. Suppliers and designers have often specialised in different methods. There are not many exacting contracts. These few contracts cover the whole field of clients quite evenly.

Competitiveness can be achieved both by the contractors' own alternative layouts and by new methods of foundation engineering. There are most possibilities and need for development in techniques of soil stabilization. To apply a new technique of foundation engineering requires creating a network between the contractor and designers and co-operation when developing new techniques. The buying center that consists of the customer, the client and the designers can be affected through designers.

**Keywords:**

Enterprise, competitiveness, competitive edge, foundation engineering, construction economics and management

## ALKUSANAT

Tämä tutkimus on tehty Teknillisessä korkeakoulussa Rakennus Oy Lemminkäisen toimeksiannosta.

Työni valvomisesta haluan esittää kiitokseni apulaisprofessori Jouko Kankaiselle sekä työn ohjaamisesta diplomi-insinööri Riku Tauriaiselle Rakennus Oy Lemminkäisestä. Lisäksi haluan kiittää Rakennus Oy Lemminkäisen insinöörirakennusyksikön koko henkilökuntaa saamastani ohjauksesta ja neuvoista

Kiitän professori Eero Slungaa asiantuntevasta pohjarakennuksen menetelmiä kuvaavan kappaleen tarkastamisesta sekä yliassistentti Matti Lojanderia neuvoista ja aineistosta menetelmäkartoituksessa. Kiitän myös DI Mikko Leppästä Viatek Oy:stä aineistosta ja arvokkaista mielipiteistä. Erityisesti kiitän kaikkia niitä, jotka osallistuivat työhöni oleellisena osana kuuluvaan kyselytutkimukseen.

Lopuksi esitän lämpimän kiitokseni Pepille korvaamattomasta kotirintaman tuesta. Vanhempiani kiitän koko opiskeluaikani jatkuneesta tuesta ja kiinnostuksesta opintojani kohtaan.

Helsingissä 10.7.1995



Antti Tuomainen

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

## ALKUSANAT

## SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	7
2. KILPAILUKYKY- JA MARKKINATEORIA	9
2.1 KILPAILUKYKYTEORIA	9
2.1.1 Kilpailukyky ja toimialan rakenne	9
2.1.2 Kilpailuedun periaatteet ja kilpailun perustrategiat	12
2.1.3 Toimialan sisäinen kilpailukenttä	15
2.1.4 Strategiavaihtoehdot	17
2.2 MARKKINATEORIA	21
2.2.1 Yleistä	21
2.2.2 Uuden tuotteen kehitysprosessi	21
2.2.3 Markkinatutkimus	23
2.2.4 Organisaation ostokäyttäytyminen	29
2.3 YHTEENVETO JA ONGELMA-ASETTELU	34
2.3.1 Kilpailukykyteoriat pohjarakentamisessa	34
2.3.2 Markkinateoriat pohjarakentamisessa	35
3. POHJARAKENNUSMENETELMÄT	37
3.1 YLEISTÄ	37
3.2 SUOMESSA NYKYISIN KÄYTÖSSÄ OLEVAT POHJARAKENNUSMENETELMÄT	37
3.2.1 Paaluperustukset	37
3.2.2 Maapohjan vahvistaminen	40
3.2.3 Kaivantorakenteet	45
3.2.4 Ankkurointi	46
3.2.5 Perustusten saneeraus	46
3.3 UUDET POHJARAKENNUSMENETELMÄT	47
3.3.1 Yleistä	47
3.3.2 Maan naulaus	47
3.3.3 Suihkupaalutus	53
3.3.4 Manta-Ray - maa-ankkuri	58
3.3.5 Mikropaalut / juuripaalut	60
3.3.6 Vibro-compozer / Sand Compaction Pile	62
3.3.7 Syvästabilointi	64
3.3.8 Massasyvästabilointi	67
3.4 YHTEENVETO POHJARAKENNUSMENETELMISTÄ	69



4. POHJARAKENNUSMARKKINAT	71
4.1 YLEISTÄ	71
4.2 SUOMEN RAKENNUS- JA POHJARAKENNUSMARKKINAT	71
4.2.1 Suomen rakennusmarkkinat	71
4.2.2 Suomen pohjarakennusmarkkinat	76
4.3 KYSELYTUTKIMUS	79
4.3.1 Yleistä	79
4.3.2 Kysely pohjarakentamisen rakennuttajille	79
4.3.3 Kysely pohjarakentamisen suunnittelijoille	96
4.3.4 Kyselytutkimuksen tulokset	115
4.4 RUOTSIN RAKENNUS- JA POHJARAKENNUSMARKKINAT	117
4.4.1 Ruotsin rakennusmarkkinat	117
4.4.2 Ruotsin pohjarakennusmarkkinat	118
4.5 POHJARAKENNUSALAN KILPAILIJAT	121
4.5.1 Kilpailijat Suomessa	121
4.5.2 Kilpailijat Ruotsissa	123
4.6 YHTEENVETO POHJARAKENTAMISEN MARKKINOISTA	124
5. URAKOITSIJAN OMA POHJARAKENNUSVAIHTOEHTO JA KILPAILUETU ESIMERKKIKOhteissa	125
5.1 ESIMERKKIKOhteet	125
5.1.1 VT 1 - Vasaramäen kaukalorakenne	125
5.1.2 KT 50 - Bemböle-Vanhakartano meluesteet	134
5.2 KILPAILUETU ESIMERKKIKOhteissa	138
6. TULOKSET	140
6.1 POHJARAKENTAMISEN TOIMIALAN RAKENNE	140
6.2 KILPAILUN PERUSSTRATEGIAT POHJARAKENTAMISESSA	141
6.3 POHJARAKENTAMISEN STRATEGIAVAIHTOEHDOT	142
6.4 UUDEN POHJARAKENNUSTUOTTEEN KEHITTÄMINEN	142
6.5 POHJARAKENTAMISEN MARKKINAT	143
6.6 OSTOPÄÄTÖS POHJARAKENTAMISESSA	144
LÄHDELUETTELO	146
LIITTEET	151
Liite 1: Uudet tutkitut pohjarakennusmenetelmät	151
Liite 2: Maan naulaustekniikalla toteutettuja kohteita	165
Liite 3: Suihkupaalutuksella toteutettuja kohteita	168
Liite 4: Tielaitoksen toimintasuunnitelmien kohteet ja savikot Uudenmaan ja Turun tiepiireissä.	169
Liite 5: Kyselytutkimukseen osallistuneet suunnittelijat	170
Liite 6: Kyselytutkimukseen osallistuneet rakennuttajat	171
Liite 7: Kyselytutkimuksen lomakkeet	172

## 1. JOHDANTO

Rakennus Oy Lemminkäisen insinöörirakennusyksikön kilpailukyvyn perustana on asiakaslähtöisyys, jatkuva kehitystoiminta ja ylivoimainen erikoiskalusto. Yksikön perusstrategiaan kuuluu ajatus oikea-aikaisista investoinneista, joilla hyödynnetään alalle ensimmäisenä tulevan edut sekä erikoiskalustosta, jolla nostetaan alalietulokynnystä, ohjataan alan kehitystä ja varmistetaan strategisesti kriittisten osaamisten hallinta.

Betoni- ja pohjarakentamisen segmentillä insinöörirakennusyksikkö on nähnyt mahdollisuuden parantaa kilpailukykyään "tunkeutumalla" pitkään matalasuhdanteessa olleille pohjarakennusmarkkinoille mahdollisesti jonkin Suomessa uuden pohjarakennusmenetelmän turvin. Kilpailukyky segmentillä perustuu muiden muassa erinomaiseen markkinatietoon, erikoistekniikoiden soveltamiseen ja vaihtoehtojen toteutusmallien tarjoamiseen asiakkaille.

Tutkimusongelmana oli kartoittaa mahdollisuuksia kilpailuedun löytämiseen urakoitsijalle pohjarakentamisen saralla. Tutkimusongelma on jaettavissa osiin seuraavasti:

- Mitä pohjarakennusmenetelmiä Suomessa käytetään ja kuinka paljon?
- Missä käyttökohteissa pohjarakennusmenetelmiä sovelletaan?
- Minkätyyppisissä lopputuotteissa pohjarakentamista on?
- Mikä on lopputuotteiden kysyntä nyt ja lähitulevaisuudessa?
- Mikä on vaikeiden pohjarakennuskohteiden / erikoismenetelmien osuus koko pohjarakentamisesta?
- Ketkä suunnittelevat vaikeita pohjarakennuskohteita?
- Mitä uusia pohjarakennusmenetelmiä voitaisiin soveltaa?

Tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa yritysjohdolle tietoa perinteisistä pohjarakennusmenetelmistä, pohjarakennusmarkkinoiden volyymin ja kilpailutilanteesta sekä vaihtoehtoisista pohjarakennusratkaisuista kilpailuedun löytämiseksi. Tavoitteena oli myös tutkia jonkin pohjarakennusmenetelmän soveltuvuus ainakin yhdessä kohteessa. Diplomityön tavoitteena oli myös toimia pohjana yksikön johdon strategisille päätöksille.

Diplomityössä kuvataan Suomessa nykyisin käytössä olevat pohjarakennusmenetelmät ja niiden markkinanäkymät. Suomen pohjarakentamisen markkinatietojen saamiseksi suoritettiin kysely suurimmille geosuunnittelutoimistoille ja pohjarakentamisen suurimmille rakennuttajille. Ruotsin pohjarakennusmarkkinoita pyrittiin arvioimaan perustuen saatavilla olevaan sekundaariin aineistoon.

Työssä esitellään myös tutkitut uudet tai vähän sovelletut pohjarakennusmenetelmät ja pyritään arvioimaan näiden menetelmien soveltuvuutta Suomen olosuhteisiin. Tiedot uusista menetelmistä kartoitettiin alan kirjallisuudesta, lehdistä, konferenssijulkaisuista ja alan yrittäjiltä. Urakoitsijan omalla pohjarakennusvaihtoehdolla saavutettavaa kilpailuetua pyrittiin arvioimaan kahden tarjousvaiheessa olleen kohteen toteutusvaihtoehtojen analysoinnilla.

Tutkimusmenetelminä olivat kirjallisuusselvitys sekä kyselytutkimus. Pohjarakennusalan kilpailutilanteen määrittelyn ja tutkimisen perustana olivat pääasiassa Porterin toimialaan vaikuttavia voimia ja kilpailustrategioita kuvaavat teorialat.

Aakerin ja Dayn esittämiä markkinatutkimuksen tekemiseen liittyviä teorioita sovellettiin kyselytutkimusta tehtäessä. Esimerkkikohteiden ja kyselytutkimuksen avulla arvioitiin organisaation ostopäätösteorioiden soveltumista pohjarakentamiseen.



## 2. KILPAILUKYKY- JA MARKKINATEORIA

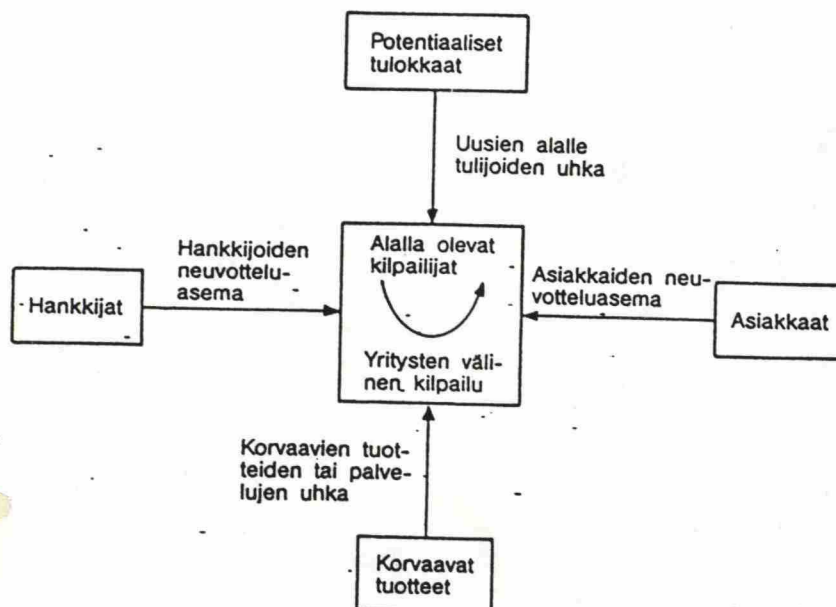
### 2.1 KILPAILUKYKYTEORIA

#### 2.1.1 Kilpailukyky ja toimialan rakenne

Yksittäisen yrityksen kilpailukyky on kykyä tarjota ratkaisua tiettyyn ongelmaan suunnittelemalla ja valmistamalla tarkoitukseen sopivia tuotteita taloudellisesti. (Kajamaa 1985, s.14)

Toimialan katsotaan muodostuvan niiden yritysten joukosta, jotka myyvät samanlaisia tuotteita tai palveluita yhteiselle asiakaskunnalle, ostavat tuotannontekijänsä samalta hankkijaryhmältä, saavat rahoituksensa yhtenäiseltä rahoittajajoukolta ja hallitsevat yleisen tiedon ja taidon, jota nimitetään teknologiaksi ja joka on alan yritysten kaupallisen toiminnan perusta. (Lahti 1987, s.87)

Porterin mukaan toimialojen rakenteellinen analyysi perustuu viiteen kilpailun intensiteetin rakenteelliseen tekijään: markkinoille tulo, korvaavien tuotteiden uhka, ostajien ja toimittajien vaikutusvalta ja alan yritysten välinen kilpailu. Eri tekijät ovat tietyt avainasemassa kunkin alan kilpailussa. Kunkin kilpailutekijän voimakkuuteen vaikuttavat monet toimialan ominaisuudet. (Porter 1993, s.25-27)



Kuva 1 Toimialan kannattavuuteen vaikuttavat viisi kilpailutekijää (Lähde: Porter, Michael E., Kilpailuetu. Espoo, 1988, s.17)

## **Uusien tulokkaiden uhka**

Uusien tulokkaiden uhka riippuu alallepääsyn esteistä sekä alalla toimivien yritysten mahdollisista reaktioista uusien tulokkaita kohtaan. Toimialalle tulon voivat estää seuraavat kuusi tekijää:

- taloudellinen koko,
- pääomavaatimukset,
- vaihtokustannukset,
- pääsy jakelukanaviin,
- taloudellisesta koosta riippumattomat kustannusongelmat ja
- valtiovallan noudattama politiikka. (Porter 1993, s.27-34)

## **Kilpailu toimialan nykyisten yritysten kesken**

Alalla esiintyy kilpailua, koska yksi tai useammat kilpailijat tuntevat paineen tai näkevät tilaisuuden asemansa parantamiseen. Mikäli alalla olevat yritykset ovat tasapainossa koon ja resurssien suhteen, syntyy epätasapainoa, koska yrityksillä on taipumus taistella keskenään ja koska niillä on resursseja jatkuviin ja voimakkaisiin vastatoimiin. (Porter 1993, s.38-39)

Alan hidas kasvu muuttaa kilpailun markkinaosuuspeliksi. Korkeat kiinteät kustannukset luovat vahvoja paineita kaikille yrityksille kapasiteetin käyttämiseksi, mikä usein johtaa lisääntyviin hinnanleikkauksiin, jos ylimääräistä kapasiteettia on olemassa. (Porter 1993, s.39)

Korkeat alalta poistumisen esteet pitävät yrityksiä kilpailussa mukana, vaikka ne saisivatkin alhaista tuottoa investoinneilleen. Poistumisesteiden syitä ovat mm. spesialisoituneet resurssit, kiinteät alalta poistumisen kustannukset, strategiset riippuvuussuhteet, emotionaaliset esteet ja valtiovallan rajoitukset. (Porter 1993, s.41)

## **Korvaavat tuotteet**

Korvaavat tuotteet rajoittavat alan potentiaalista tuottoa. Korvaavat tuotteet ovat tuotteita, jotka kykenevät suorittamaan saman tehtävän kuin alan tuote. (Porter 1993, s.44). Useimmiten substituuutit vain osittain korvaavat toimialan tuotteet, mistä on seurauksena osittainen toimialojen rajojen siirtyminen (Lahti 1983, s.83). Tämä taas saattaa mahdollistaa läheisten alojen yritysten tunkeutumisen alalle.

### **Ostajien vaikutusvalta**

Ostajien vaikutus perustuu siihen, että ostajat kilpailevat painamalla hintoja alas, vaatimalla korkeampaa laatua tai enemmän palveluja ja vertailemalla kilpailijoita. Tämän toiminnan seurauksena alan yritysten kannattavuus saattaa heiketä. On kuitenkin huomattava, että yritys voi parantaa asemaansa hankkimalla ostajia, joilla on vähiten voimaa vaikuttaakseen yritykseen haitallisesti. (Porter 1993, s.46)

### **Toimittajien vaikutusvalta**

Toimittajat voivat käyttää vaikutusvaltaansa alan yrittäjiin uhkaamalla nostaa hintojaan tai vähentämällä tarjottavien tuotteiden tai palvelujen laatutasoa. Alihankkijaryhmällä on vaikutusvaltaa mm. , jos toimittajaryhmän tuotteet ovat differoituja tai toimittajien edustama tuote on tärkeänä osana ostajan liiketoiminnassa. (Porter 1993, s.49-50)

### **Verkostuminen**

Yhteistyö ja kilpailu ovat yritysten välisten suhteiden peruselementit. Tarve yritysten väliseen yhteistyöhön syntyy, kun markkinatilanteen asettamat vaatimukset ovat suuremmat kuin mihin yrityksen omat kyvyt riittävät. (Mannermaa 1993, s.73-78). Yhteistoimintaverkkojen merkitys on siinä, että niiden avulla toimialan yritykset voivat jakaa taloudellisia resursseja tehokkaasti niihin liiketoimintoihin ja niihin yrityksiin, joilla on eniten kasvupotentiaalia (Lahti, Yritystalouslehti 1989 no 6, s.57).

Synergiaa syntyy, kun kahden tai useamman yrityksen yhdistelmä tuottaa enemmän hyötyä asiakkaalle, saa aikaan pienemmät tuotantokustannukset tai pienemmät investoinnit kuin siinä tapauksessa, että kukin yritys toimisi itsenäisesti. (Aaker, Yritystalouslehti 1990 no 5, s.16)

Pisimmälle vietyä suhdeverkon muodostamisen tuloksena voi syntyä toisistaan voimakkaasti riippuvien yritysten järjestelmä, hierarkia. Hierarkialle on ominaista kilpailun poistaminen keskinäisistä suhteista; on sovittu mitkä toiminnot kukin suorittaa ja millä hinnoilla. Rakentaminen on selvästi verkkoteorian avulla kuvattavaa toimintaa, jossa kuntien, rahoituslaitosten, suunnittelu- ja arkkitehtitoimistojen ja rakennuttajien kanssa hankitut ja ylläpidettävät suhteet ovat keskeisiä. Puhtaita "kilpailumarkkinoita" tai "verkkotoimialoja" ei kuitenkaan ole olemassa. Todellisuus on aina "sekamuoto". (Möller, Yritystalouslehti 1991 no 2, s.18-21)



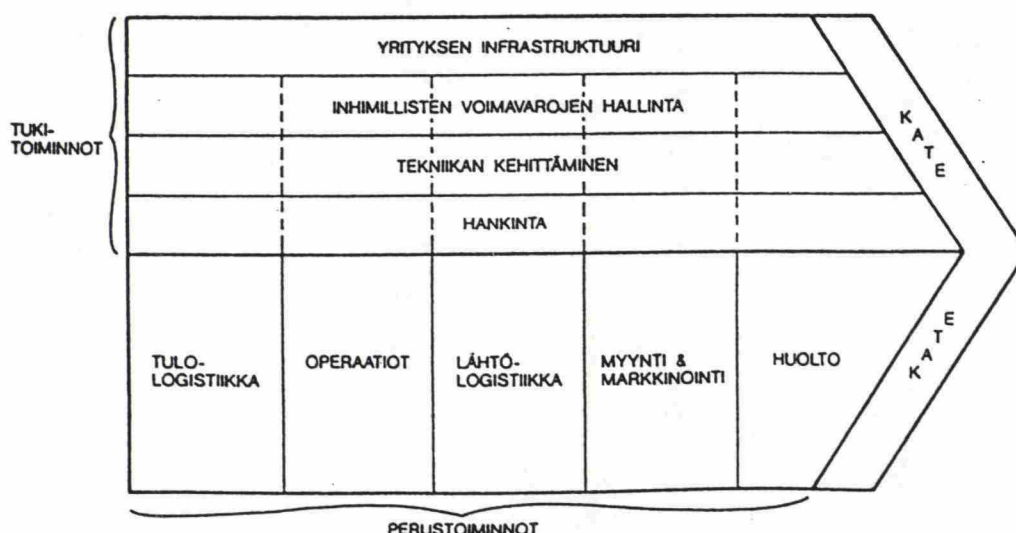
## 2.1.2 Kilpailuedun periaatteet ja kilpailun perusstrategiat

### Arvoketju ja kilpailuetu

Kilpailuetua ei voi ymmärtää, jos tarkastellaan yritystä kokonaisuutena menemättä yksittäisten toimintojen tasolle. Kaikkia yrityksen toimintoja ja niiden keskinäistä vuorovaikutusta on tutkittava systemaattisesti. Arvoketju jakaa yrityksen sen strategisesti tärkeisiin toimintoihin, mikä auttaa ymmärtämään kustannusten käyttäytymistä ja potentiaalisia differoinnin lähteitä. Yrityksen arvoketju sisältyy laajempaan toimintojen joukkoon, jota Porter kutsuu arvojen järjestelmäksi. Hankkijoilla, jakelukanavilla ja asiakkaalla on omat arvoketjunsä. Lopulta yrityksen tuotteesta tulee osa asiakkaan arvoketjua. (Porter 1988, s.51)

Yrityksen arvoketju voi erota kilpailijoiden arvoketjuista kilpailukentän (yrityksen toimintakenttä) osalta, mikä suo sille potentiaalisen kilpailuedun. Arvoketjuilla on tärkeä osuus kilpailuedun lähteiden tunnistamisessa. Jokaisen yrityksen arvoketju koostuu yhdeksästä toimintojen perusluokasta (kuva 2). (Porter 1988, s.51-53).

Yritys koostuu joukosta toimintoja, joita tehdään tuotteen suunnittelemiseksi, valmistamiseksi, markkinoimiseksi, toimittamiseksi ja tukemiseksi. Kaikki nämä toiminnot voidaan kuvata arvoketjussa (Porter 1988, s.54-55). Kaikki mitä yritys tekee tulee sisällyttää perustoimintoihin ja tukitoimintoihin (Porter 1988, s.66). On huomattava, että Porterin kuvaama arvoketju ei sellaisenaan ole oikea kuvaamaan rakennusurakoitsijan projektiluonteisesta toiminnasta juontuvaa arvoketjua (kuva 3).



Kuva 2 Arvoketju (Lähde: Porter, Michael E., Kilpailuetu, Espoo 1988, s.55)

Rakennus OY Lemminkäinen Insinöörirakennusyksikkö ARVOKETJU		TUKITOIMINNOT			
		D. Logistiikka	C. Kehitys	B. Henkilöstö	A. Hallinto
PERUSTOIMINNOT	2. Markkinointi ja myynti				
	3. Tuotesuunnittelu				
	4. Tarjoustoiminta				
	5. Materiaalitoiminnot				
	6. Kalustotoiminnot				
	7. Projektin valmistelu				
	8. Projektin toteutus				
	9. Projektin päättäminen				
	10. Käyttövaiheen palvelut				

Kuva 3 Rakennusurakoitsijan arvoketju (Lähde: Rakennus Oy Lemminkäinen, Laatutyön perusteet 1.0, Helsinki, 1992, liite 2)

### Kilpailun perusstrategiat

Day (1987, s.15) määrittelee liiketoiminnan strategian yhdistetyiksi toiminnoiksi kilpailuedun saavuttamiseksi. Yrityksen asema markkinoilla muuttuu ajan myötä ja myös kulloinkin sovellettava taktiikka on harkittava erikseen. Porterin esittämät perusstrategiat määrittelevät lähtökohdan näille taktiikoille.

Viiden kilpailuun vaikuttavan voiman kanssa toimittaessa on käytettävissä kolme menestyksellistä strategiaa, joiden avulla muut yritykset ovat kilpailtavissa pois ko. alalta. Nämä perusstrategiat ovat: *kustannusjohtajuus, tuotteiden differointi ja keskittyminen*. (Porter 1993, s.57-58)

**Kustannusjohtajuus** edellyttää, että kaikessa toiminnassa pyritään kaikin tavoin saavuttamaan kustannusjohtajuus. Alhainen kustannustaso suojelee yritystä kuvassa 1 esitettyjä viittä kilpailuvoimaa vastaan. Alhaisen kustannustason saavuttaminen vaatii usein suhteellisesti korkean markkinaosuuden ja muita etulyöntiasemia. Se saattaa myös edellyttää, että tuotesuunnittelussa tähdätään yksinkertaisuuteen valmistuksessa kustannusten alentamiseksi. (Porter 1993, s.58-59)

Kustannusanalyysin tärkein apuväline on arvoketju. Kustannuskäyttäytymistä analysoidaan käyttäen hyväksi kustannustekijöiden käsitettä. Kustannustekijät ovat jonkin toiminnon kustannusten rakenteellisia determinantteja ja niitä on erilaisia sen mukaan, miten laajalti yritys pystyy valvomaan niitä. (Porter 1988, s.84)



Yrityksellä on kustannusetu, jos sen kaikkien arvotoimintojen suorittamisesta koituvat yhteiskustannukset ovat kilpailijoiden kustannuksia alhaisemmat. Kustannusetu on pysyvä, jos sen lähteet ovat vaikeita kilpailijoiden jäljitellä. Kustannusetu voidaan saavuttaa pääasiassa kahdella eri keinolla. Nämä keinot ovat kustannustekijöiden sääätely ja arvoketjun kokoonpanon uudistaminen eli tehokkaamman suoritustavan omaksuminen. (Porter 1988, s.125-127)

Kustannusjohtajuusstrategian noudattamiselle ovat välttämättömiä ennakkoehtoja asiakkaiden herkkyys hinnan muutoksiin ja se, että kustannukset alalla vaihtelevat yritysten kesken (Lahti, Yritystalouslehti 1989 no 6, s.59). Suorin tapa saavuttaa alhaiset kustannukset on karsia kaikki tuotteeseen liittyvät ylimääräiset palvelut (Day 1987, s.27).

**Differointi** on toinen perustrategia. Perusajatus on yrityksen tarjoaman tuotteen tai palveluksen differointi, ts. luodaan jotain, joka koko toimiala käsittäen on ainutlaatuista. Differointi tarjoaa onnistuessaan suojan kaikkia viittä kilpailutekijää vastaan. Vaikka yritys olisikin onnistunut differoitumaan siinä määrin, että asiakasuskollisuus on saavutettu, pitäisi sen olla varustautunut korvaavien tuotteiden varalle differoinnin ja asiakkaan menetyksen "pelossa". (Porter 1993, s.60-61)

Differoinnin lähtökohtana tulee olla yrityksen suorittamat erilliset toiminnot ja niiden vaikutus asiakkaaseen. Differointi pohjautuu yrityksen arvoketjuun. Käytännössä mikä tahansa arvotoiminto on potentiaalisen ainutlaatuisuuden lähde. Esimerkiksi tekniikankehittämistoiminnot voivat johtaa sellaiseen tuotesuunnitteluun, että tuotteen suorituskyky on ainutlaatuinen. (Porter 1988, s.152-153)

Pysyvä differointi edellyttää, että yritys suorittaa joukon asiakkaan ostokriteereihin vaikuttavia toimintoja ainutlaatuisesti. Yrityksen on löydettävä kestäviä ainutlaatuisuuden lähteitä, jotka on suojattu jäljittelyä vastaan. (Porter 1988, s.186). Differointia voidaan soveltaa menestyksekkäästi, jos differoinnista syntyy hyötyä asiakkaalle, suuri asiakasryhmä hyötyy differoinnista, ko. asiakasryhmä arvostaa ja on valmis maksamaan differoinnista, ja jos tuotetta tai palvelua ei ole saatavissa muualta (Day 1987, s.29).

**Keskittyminen** on viimeinen perustrategia. Tarkoituksena on toimenpiteiden kohdistaminen tiettyyn asiakasryhmään, tuotelinjan segmenttiin tai jollekin maantieteelliselle alueelle. Strategia perustuu olettamukseen, että yritys pystyy palvelemaan kapea-alaista strategista kohdetta tehokkaammin kuin kilpailijat, jotka kilpailevat laajemmalla alueella. Tämän tuloksena yritys saavuttaa joko suuremman differoinnin tietyn kohteen tarpeiden paremmasta tyydyttämisestä johtuen tai alhaisemmat kustannukset tätä kohdetta palveltaessa, tai se voi saavuttaa molemmat tavoitteet. (Porter 1993, s.61-62)



		KILPAILUETU	
		Alhaiset kustannukset	Differointi
KILPAILUKENTTÄ	Laaja kohde-alue	1. Kustannusjohtajuus	2. Differointi
	Kapea kohde-alue	3A. Kustannuspainotteinen keskittymisstrategia	3B. Differointipainotteinen keskittymisstrategia

Kuva 4 Kolme perusstrategiaa (Lähde: Porter, Michael E., Kilpailuetu, Espoo, 1988, s.25)

### Suhteellinen kilpailuetu

Suhteellisen kilpailuedun periaatteen mukaan yrityksen ei tarvitse olla absoluuttisesti parempi suhteessa kaikkiin kilpailijoihinsa, vaan toimia vain tehokkaammin tietyssä kriittisenä ajanhetkenä. Suhteellinen kilpailuetu perustuu siis keskeisesti aikatekijän hyödyntämiseen. (Lahti 1987b, s.71)

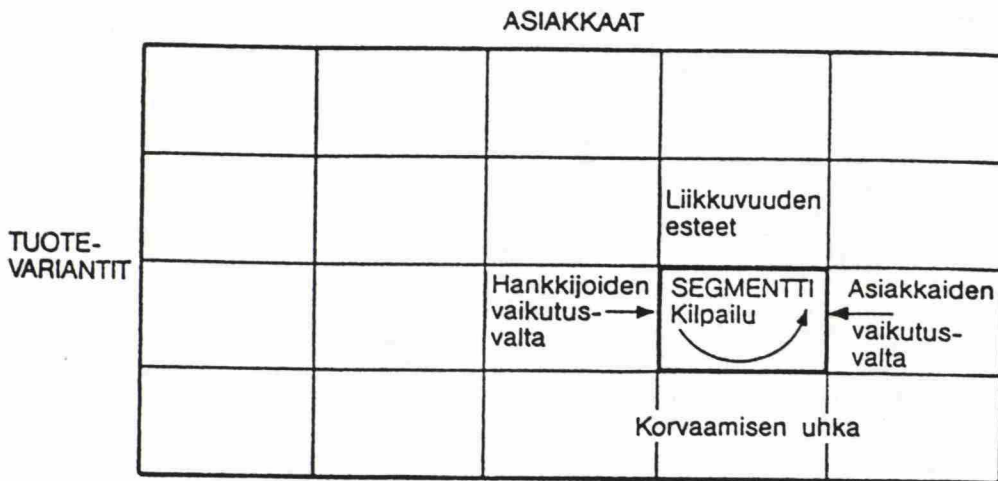
### 2.1.3 Toimialan sisäinen kilpailukenttä

#### Toimialan segmentointi ja kilpailuetu

Toimialan segmenteillä on rakenne niin kuin toimialoillakin, ja viiden kilpailutekijän paino vaihtelee usein toimialan eri osien kesken. Eri segmenttien asiakkaiden arvoketjut ovat usein erilaisia; samoin arvoketju, joka yrityksellä on oltava asiakkaan palvelemiseksi parhaalla mahdollisella tavalla, on eri segmenttien asiakkaiden osalta usein erilainen.

Toimialan segmentointi merkitsee toimialan jakamista alayksiköihin kilpailustrategian kehittämistä silmälläpitäen. Markkinasegmentoinnissa keskitytään yleensä arvoketjun markkinointitoimintoihin, kun taas toimialan segmentointi kattaa koko arvoketjun. (Porter 1988, s.281)

Tuotteiden tai asiakkaiden väliset erot synnyttävät toimialalle segmenttejä, jos ne muuttavat yhtä tai useampaa viidestä kilpailutekijästä (Porter 1988, s.285). Tärkeimpiä strategisia kysymyksiä, jotka nousevat esiin segmentoinnin yhteydessä, ovat: missä toimialan osassa yrityksen tulisi toimia ja kuinka segmentoinnin tulisi näkyä yrityksen strategiassa. Tähän vaikuttavat mm. toimialan houkuttelevuus ja yhteiskäyttömahdollisuudet segmenttien välillä. (Porter 1988, s.309-311)



Kuva 5 Erot kilpailutekijöissä segmenttien kesken (Lähde: Porter, Michael E., Kilpailuetu, Espoo, 1988, s.285)

### Korvaaminen

Korvaaminen on prosessi, jossa yksi tuote tai palvelu lyö laudalta toisen tuotteen tai palvelun jonkin toiminnon suorittamisessa asiakkaalle. Korvaaminen on yksi niistä viidestä kilpailutekijästä, joiden mukaan toimialan kannattavuus määräytyy, koska korvaamisen uhka asettaa ylärajan toimialan tuotteiden hinnoille. (Porter 1988, s.329). Yksi tuote korvaa toisen, jos se antaa asiakkaalle vaihtamisylykkeen (enemmän arvoa suhteessa hintaan), joka on suurempi kuin korvaamista kohtaan tunnettu vastustus (Porter 1988, s.335).

Toimialan korvaamisprosessin kulku riippuu siitä, kuinka suhteellinen arvo hintaan nähden, käsitys siitä, vaihtokustannukset ja asiakkaiden korvaamisalttius kehittyvät ajan myötä. Monilla aloilla menestyksekkäiden korvikkeiden korvaamiskäyrä muistuttaa S-käyrää ajan suhteen, kun korvaamisen osuutta kokonaiskysynnästä seurataan ajan kuluessa. (Porter 1988, s.357)

## 2.1.4 Strategiavaihtoehdot

### Toimialaskenaariot ja kilpailustrategia epävarmuuden vallitessa

Kun tulevaisuus näyttää epävarmalta, yritykset valitsevat yleensä sellaisia strategioita, jotka säilyttävät joustavuuden, huolimatta tarvittavien resurssien tai kilpailuaseman heikkenemisen aiheuttamista kustannuksista (Porter 1988, s.526). Skenaario on sisäisesti ristiriidaton käsitys siitä, millaiseksi tulevaisuus saattaa osoittautua. Kilpailustrategiaa varten sopiva skenaarioiden analysoinnin yksikkö on toimiala. Tällaisia skenaarioita kutsutaan toimialaskenaarioiksi. (Porter 1988, s.526-528)

Yritys ei tiedä, mikä skenaarioista toteutuu, joten sen on valittava paras tapa selviytyä epävarmuudesta ottaen huomioon resurssinsa ja alkuasemansa. Yhden skenaarion varaan muodostettu strategia on riskialtis, kun taas strategia, joka on suunniteltu onnistumaan kaikkien skenaarioiden vallitessa, on kallis. (Porter 1988, s.555-556)

Jokainen suunnitelma perustuu jonkinlaiseen toimialaskenaarioon, vaikkakin kyseessä on usein implisiittinen prosessi. Toimialaskenaarioiden laadintaan soveltuvat parhaiten liiketoimintayksiköiden johtajat. Skenaariota ei tarvita joka vuosi jokaista liiketoimintayksikköä varten. Ne ovat tarpeen vain silloin, kun alalla on merkittävää epävarmuutta. (Porter 1988, s.564-565)

### Uusille aloille tulo

Alalletuloa yrittävälle yhtiölle uuden liiketoimintayksikön hankkiminen on yksi alalletulostartegia samoin kuin on alalle tulo sisäisen kehityksen kautta. Jos markkinavoimat toimivat täydellisesti, niin mikään alalle tuloa koskeva päätös ei voi antaa keskimääräistä korkeampaa investointien tuottoa. On siis löydettävä ne alan olosuhteet, joissa markkinatekijät eivät toimi täydellisesti. (Porter 1993, s.382-383)

Alalletulo sisäisen kehityksen kautta tarkoittaa, että jollekin alalle luodaan uusi liiketoiminnan yksikkö tuotantovälineistöineen, jakeluverkostoineen, myyntihenkilöstöineen jne. Yrityksen on kohdattava alalletulon esteiden kaksi perustekijää - rakenteelliset alalletulon esteet ja jo alalla toimivien yritysten odotettavissa olevat reaktiot. (Porter 1993, s.383)

Tultaessa alalle yritysoston kautta kriittisenä kohtana on tiedostaa se tosiasia, että yritysoston hinta määräytyy yritysmarkkinoiden mukaan. Yritysmarkkinat ja myyjän vaihtoehtoinen mahdollisuus jatkaa yrityksensä toimintaa voivat estää keskimääräistä suuremmat voitot yritysostoissa. (Porter 1993, s.395)



## **Puolustusstrategia**

Jokainen yritys on alttiina kilpailijoiden hyökkäyksille. Hyökkäyksiä tekevät kahdenlaiset kilpailijat: uudet tulokkaat ja vakiintuneet kilpailijat, jotka yrittävät asemoida itsensä uudelleen. Hyvin toteutettu hyökkäysstrategia on paras puolustus haastajan hyökkäystä vastaan. Puolustusstrategian tarkoituksena on alentaa hyökkäyksen todennäköisyyttä, suunnata hyökkäyksiä vähemmän uhkaaviin kohteisiin tai vähentää niiden voimaa. Puolustusstrategian perustana on vaikuttaa kilpailijoiden päätöksentekoprosessiin niin, että yrityksen asemaa vastaan tehtävästä hyökkäyksestä tulee haastajan näkökulmasta vähemmän toivottava. (Porter 1988, s.569-570)

Sekä uuden, että vakiintuneen kilpailijan tekemä hyökkäys on jaksotettu päätösten ja toimien yhdistelmä. Eri vaiheisiin sopivat erilaiset puolustusmuodot, koska haastajan sitoutuminen ja investoinnit ovat eri tasolla prosessin edetessä. Kun alalletulo- tai uudelleenaseointiprosessi etenee, epävarmuus haastajan aikeista vähenee. Puolustautumisen täytyy olla melko yleispätevää ennen kuin haastaja tulee esiin. On hyvin kannattavaa ennakoida, mitkä yritykset ovat todennäköisimpiä haastajia ja mitkä saattaisivat olla niiden loogisimpia hyökkäyskeinoja. (Porter 1988, s.574)

Puolustusstrategian pyrkimyksenä on vaikuttaa haastajan arvioon alalletulon tai uudelleenaseoinnin tuotoista ja saada haastaja tekemään se johtopäätös, että toimenpide ei ole houkutteleva, tai valitsemaan vähemmän uhkaava strategia (Porter 1988, s.574-575).

## **Hyökkäys toimialajohtajaa vastaan**

Vaikka menestyvät hyökkäysstrategiat vaihtelevat suuresti alalta toiselle, niillä on kaikilla yhteinen piirre. Ne pyrkivät kaikki mitätöimään toimialajohtajan kilpailuedut ja pyrkivät välttämään täysimittaisia kustotoimia. Hyökkäysstrategian pääsääntö on, ettei haastajan kannata hyökätä täsmälleen johtajaa jäljittelevällä strategialla ottamatta huomioon resurssejaan tai alallejäätikykyään. (Porter 1988, s.605-606)

Jotta haastajan hyökkäys toimialajohtajaa vastaan onnistuu, haastajan on täytettävä kolme perusehtoa. Haastajalla tulisi olla kaikki nämä ehdot puolellaan, mutta yhdenkin ehdon erinomainen täyttäminen voi korvata haastajan puutteet toisen ehdon täyttämisessä:

- Pysyvä kilpailuetu joko kustannusten tai differoinnin osalta,
- lähes sama taso muissa toiminnoissa ja/tai
- jonkinlainen este johtajan kustotoimille.

Haastajan on tavallisesti löydettävä erilainen strategia toimialajohtajan luontaisten etujen mitätöimiseksi ja havaittava tai luotava esteitä johtajan kustotoimille. (Porter 1988, s.606-608)

Periaatteellisia hyökkäyskeinoja on kolmenlaisia:

- Arvoketjuaan uudistamalla haastaja toteuttaa arvotoimintojensa suoritustapaa koskevan innovaation tai uudistaa koko arvoketjun.
- Haastaja voi määritellä uudelleen kilpailukenttensä toimialajohtajaan nähden.
- Haastaja voi ostaa markkina-asemaa ylivertaisten resurssien tai suuremman investointihalukkuuden turvin, mikä saa aikaan kilpailuedun.

Useamman kuin yhden hyökkäyskeinoon käyttäminen parantaa yleensä menestymisen todennäköisyyttä. (Porter 1988, s.611-612)

		ARVOKETJUN KOKOONPANO		
		Sama ketju kuin toimialajohtajalla	Uudet ketjut	Uudet toiminnot
KILPAILUKENTTÄ	Sama kuin toimialajohtajalla	Resurssien runsas käyttö	Arvoketjun uudistaminen	Arvoketjun uudistaminen
	Erilainen kuin toimialajohtajalla	Kilpailukentän uudelleenmäärittely	Arvoketjun uudistaminen ja kilpailukentän uudelleenmäärittely	Arvoketjun uudistaminen ja kilpailukentän uudelleenmäärittely

Kuva 6 Toimialajohtajia vastaan suunnattavan hyökkäyksen keinot (Lähde: Porter Michael E., Kilpailuetu, Espoo, 1988, s.612)

Kotler (1991, s.385-392) on määritellyt markkinahaastajan strategiat. Haastajan täytyy ensin valita strateginen kohteensa. Kohteen tulee olla määritelty, ratkaiseva ja saavutettavissa oleva.

Hyökkäysstrategioita on Kotlerin mukaan viisi: Suora hyökkäys, sivustahyökkäys, kierto-/saartohyökkäys, ohitushyökkäys ja sissihyökkäys. Nämä strategiat on suoraan johdettavissa sodanjohdon oppikirjoista.

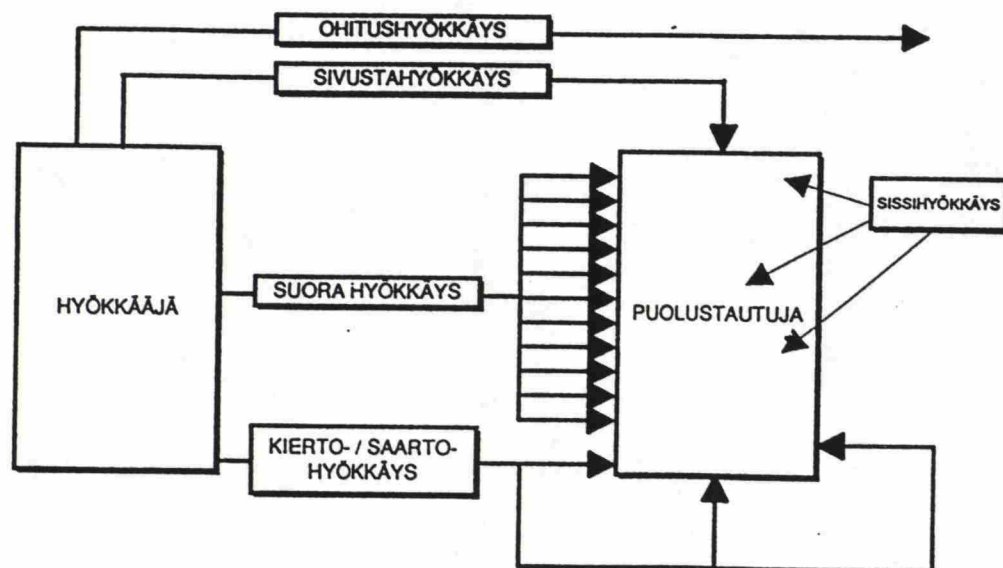
*Suorassa hyökkäyksessä* hyökkäyksen voima keskitetään suoraan kilpailijaan ja sen vahvoin kohtiin. Tulos riippuu siitä kummalla on enemmän voimaa ja kestävyyttä. Hyökkääjän tuote, mainonta, hinta yms. on samanlainen kuin kilpailijalla.

*Sivustahyökkäyksessä* hyökkäystaktiikkana on vahvuus vastaan heikkous. Kilpailijan voimat voidaan sitoa suoralla hyökkäyksellä, mutta päävoimat kohdistetaan sivustan heikkoon kohtaan. Kilpailijan heikkona kohtana voi olla jokin markkinasegmentti tai maantieteellinen alue.

*Kierto-/saartohyökkäyksessä* yritetään nopealla salamasodalla vallata suuri alue kilpailijalta. Hyökkäys kohdistetaan monelle kilpailijan alueelle esimerkiksi tarjoamalla useita samoja tuotteita kuin kilpailija. Hyökkääjällä tulee olla selvästi paremmat resurssit kuin kilpailijalla. Tavoitteena on murtaa kilpailijan selkäranka.

*Ohitushyökkäys* merkitsee kilpailijan ohittamista ja murtautumista helpommille markkinoille. Tämä voi tapahtua kolmella tavalla: laajentamalla uusiin entisistä riippumattomiin tuotteisiin, laajentamalla uusille maantieteellisille alueille tai "hyppäämällä" uusiin teknologioihin, jotka syrjäyttävät olemassaolevat tuotteet.

*Sissihyökkäys* on sopiva pienin resurssein varustetulle hyökkääjälle. Pieniä ajoittaisia hyökkäyksiä tehdään kilpailijan eri alueille kiusaamiseksi ja vastustajan moraalin alentamiseksi, jotta lopulta saavutettaisiin jalansijaa.



Kuva 7 Hyökkäysstrategiat (Lähde: Kotler Philip, Marketing management, Engelwood Cliffs N.J., 1991, s.388)



## 2.2 MARKKINATEORIA

### 2.2.1 Yleistä

Markkinoinnin käsite on paljon laajempi kuin yleensä ymmärretään. Kotler (1991, s.4) määrittelee markkinoinnin seuraavasti: "Markkinointi on sosiaalinen ja liikkeenjohdollinen prosessi, jonka avulla yksilöt ja ryhmät tyydyttävät tarpeitaan ja haluun luomalla ja vaihtamalla toistensa kanssa tavaroita ja vastineita".

Investointihyödykkeitä markkinoitaessa on erityisen tärkeää tuntea ostopäätöksen tekevän organisaation ostopäätösprosessi ja ostokriteerit. Tuottamalla asiakkaalle näkyvää arvoa erikoisosaamisella ja uusilla edullisemmilla ratkaisuilla voidaan saavuttaa kilpailuetua.

Markkinatutkimus on tiettyyn markkinointitilanteeseen tarvittavan tiedon hankinnan suunnittelua sekä tiedon hankintaa, analysointia ja esittämistä (Kotler 1991, s.99). Markkinatutkimuksen ja kilpailutilanteen selvittämisen jälkeen voidaan valita houkuttelevat markkinat ja kehittää voittostrategiat näille markkinoille. Ennustaminen on vaikeaa. Sen tulee perustua olemassaolevaan tietoon markkinoista.

### 2.2.2 Uuden tuotteen kehitysprosessi

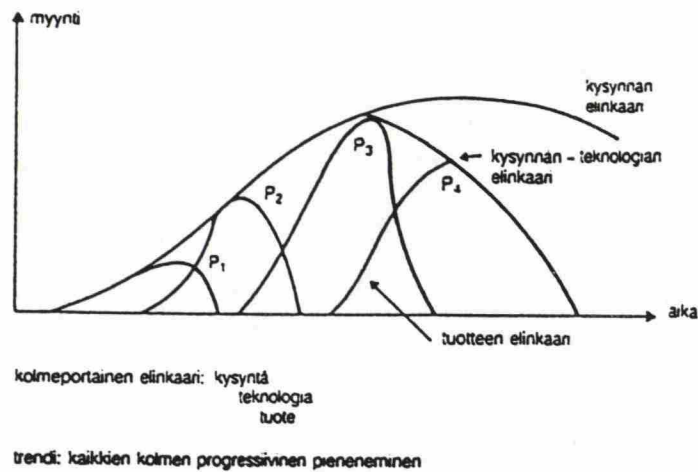
#### Yleistä

Yrityksellä on kaksi tapaa hankkia itselleen uusia tuotteita: ostaa tai kehittää itse. Ostaminen voi tapahtua kolmella eri tavalla. Yritys voi ostaa toisen yrityksen; valitun patentin toiselta yritykseltä; tai se voi ostaa lisenssin tai käyttää ns. Franchising-konseptia (Kotler 1991, s.311), jossa sovittua korvausta vastaan saadaan oikeus käyttää tietyllä markkina-alueella tiettyä toimintamallia, markkinointitapaa ja/tai valmistusmenetelmää.

#### Uusien tuotteiden tarve

Tuotteen elinkaaren aikana taloudelliset olosuhteet muuttuvat, kilpailijat hyökkäävät uusilla tuotteilla ja tuote käy läpi monta vaihetta, joissa asiakkaiden vaatimukset ovat erilaisia. Tavallisesti yritys muuntaa strategiaansa elinkaaren aikana useita kertoja. (Kotler 1991, s.348)

Ansoff (1984) on esittänyt kysyntä/teknologia-elinkaaren täydentämään tuotteen elinkaaren mallia (kuva 8). Mallissa alan kysynnän elinkaari muodostuu eri teknologioiden elinkaarista ja ne taasen eri tuotteiden elinkaarista.



Kuva 8 Kysynnän-tuotteen-teknologian elinkaaret (Lähde: Ansoff, H.Igor, Strategisen johtamisen käsikirja, Keuruu, 1984, s.67)

Uusien tuotteiden tarve on ilmeinen. Asiakkaiden muuttuvat, usein kasvavat, tarpeet on tyydytettävä. Uuden paremman teknologian esitleminen syrjäyttää edellisen ja tuotekehitys keskittyy hyödyntämään tätä parempaa teknologiaa.

Laajentumiseen on Ansoffin mukaan neljä mahdollisuutta (kuva 9). Pyrittäessä nykyisille markkinoille uudella tuotteella tuotekehityksen merkitys korostuu entisestään.

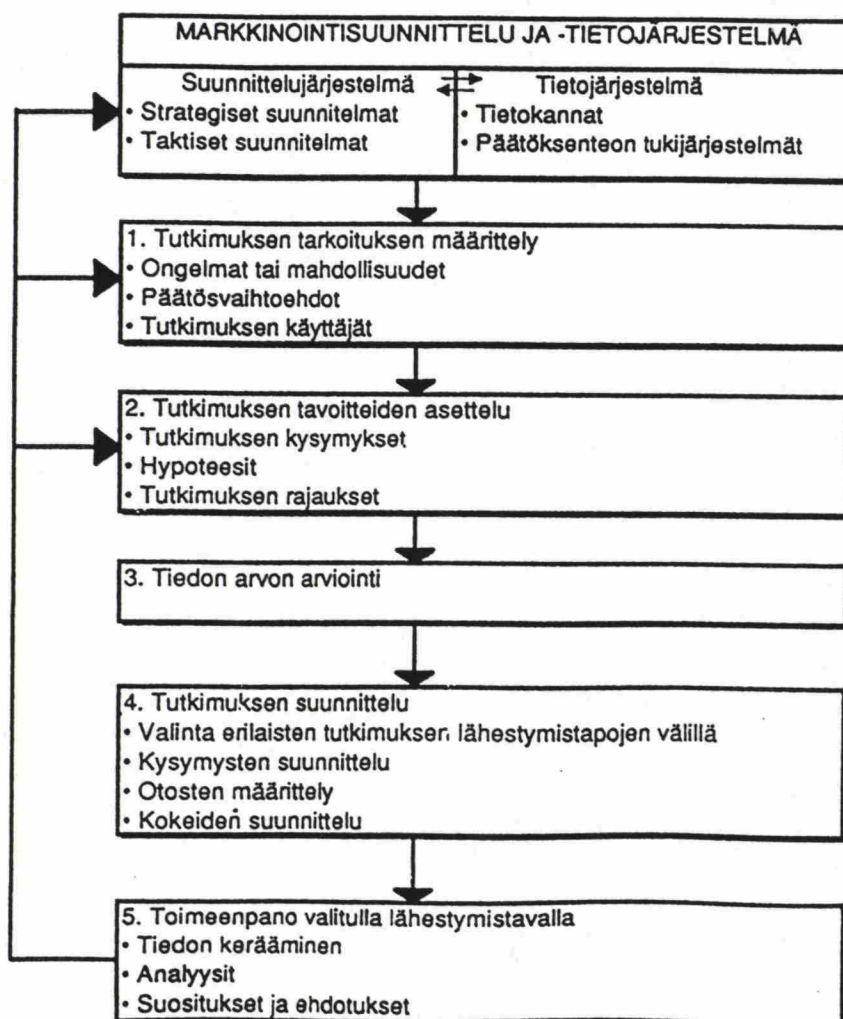
	Nykyiset tuotteet	Uudet tuotteet
Nykyiset markkinat	1. Markkinoiden penetraatio-strategia	3. Tuotekehitys-strategia
Uudet markkinat	2. Markkinoiden kehittämis-strategia	(Diversifikaatio strategia)

Kuva 9 Ansoffin tuote/markkinamatriisi (Lähde: Kotler Philip, Marketing management, Engelwood Cliffs N.J., 1991, s.46)

### 2.2.3 Markkinatutkimus

Markkinatutkimus on funktio, joka liittää organisaation markkinoihinsa tiedon avulla. Tietoa käytetään tunnistamaan ja määrittelemään markkinointimahdollisuudet ja -ongelmat; luomaan, jalostamaan ja arvioimaan markkinointitoimia; tarkastelemaan markkinointisuoritusta ja parantamaan ymmärrystä markkinoinnista prosessina.

Markkinatutkimus määrittelee tarkoin tiedon, jota tarvitaan seuraaviin tehtäviin: tiedon keräämisen suunnittelu; tiedon keräämisen johtaminen ja toteuttaminen; tulosten tulkinta ja sen yhteyden ilmoittaminen, joka on tiedon ja tulosten välillä. (Aaker & Day 1990, s.5)



Kuva 10 Markkinatutkimusprosessi (Lähde: Aaker David A. & Day George S., Marketing research, Singapore, 1990, s.25)



## Tiedon keruu

Aaker & Day jakavat markkinointitiedon lähteet seuraavan kuvan osoittamalla tavalla.



Kuva 11 Markkinointitiedon lähteet (Lähde: Aaker David A. & Day George S. , Marketing research, Singapore, 1990, s.98)

Yleensä nopeimmin saatavissa oleva yrityksen sisäinen tieto on sopiva lähtökohta tiedonhankinnalle. Kuvassa esitetyn lisäksi sisäisiä tietolähteitä ovat esimerkiksi vuosikertomukset, kirjanpito, myynti- ja tuotantotilastot, kustannuslaskelmat, omat tutkimukset ja henkilökunnan haastattelut.

**Sekundaareja** ulkoisia tietolähteitä ovat myös esimerkiksi mainokset ja esitteet, opinnäytetyöt, tietokannat, julkiset tilastot (esim. Tilastokeskus), käsikirjat ja hakemistot sekä alan järjestöt ja yhdistykset. Sekundaaria on tieto, joka on jo aiemmin kerätty jotakin muuta tarkoitusta varten (Aaker & Day 1990, s.98).

**Primaaria** on tieto, joka kerätään juuri tätä tarkoitusta varten ja jota ei siten ole olemassa ennen tutkimuksen suorittamista (Aaker & Day 1990, s.98). Primaarin tiedon lähteet voidaan jakaa seuraavasti: Kokeellinen tutkimus, havainnointi ja kyselytutkimus.

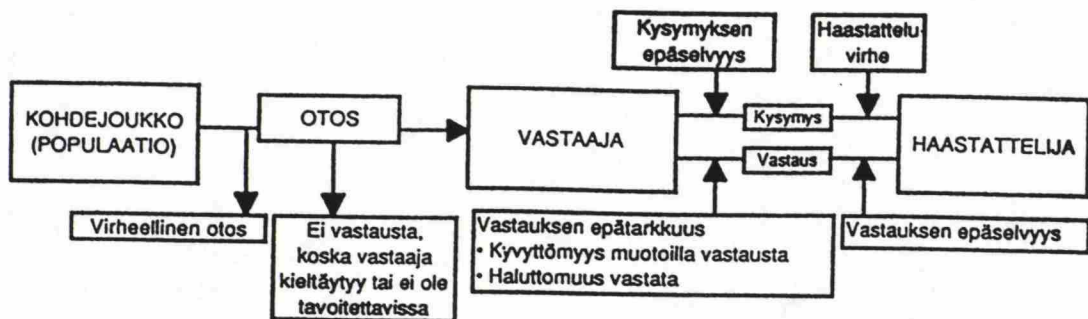
Kokeellisessa tutkimuksessa valitaan esimerkiksi kaksi potentiaalista asiakasryhmää, altistetaan ne erilaiselle markkinointiviestinnälle ja tutkitaan, onko ryhmien ostokäyttäytymisessä tilastollisesti merkittäviä eroja. Useimmissa tapauksissa kokeellinen tutkimus ei sovellu kovinkaan hyvin markkinatutkimuksen suorittamiseen, koska luotettavien tulosten saamiseksi vaadittaisiin laboratorio-olosuhteet, joissa kaikki ulkoiset muuttujat pyritään pitämään vakioina (Turunen 1994, s.20)

Havainnointi on melko harvinainen tapa kerätä tietoa markkinatutkimukseen. Kyseeseen voi tulla esimerkiksi myynnin havainnointi kassapäätteellä. (Turunen 1994, s.20)

Kyselytutkimus on ehkä tavallisin tapa hankkia primaaria tietoa markkinatutkimusta varten. Periaatteellisia tapoja kyselytutkimuksen tekemiseen on kolme: henkilökohtaiset haastattelut, postitse suoritettavat kyselyt sekä puhelinkyselyt. (Aaker & Day 1990, s.200)

Kysely, erityisesti otanta, on luotettavien tulosten saamiseksi toteutettava huolellisesti. Virheitä tuloksiin syntyy, jos seuraavia ehtoja ei täytetä (kts. kuva 12):

- Kohdejoukko on oikein määritelty.
- Otanta on edustava.
- Vastaajat ovat paikalla ja suostuvat yhteistyöhön.
- Vastaajat ymmärtävät kysymykset.
- Vastaajilla on kyselyn vaatimat tiedot, mielipiteet, asenteet tai faktat.
- Vastaajat ovat halukkaita ja valmiita vastaamaan.
- Kyselijä ymmärtää oikein ja rekisteröi vastaukset. (Aaker & Day 1990, s.188)



Kuva 12 Kyselyyn vastaajilta saadun tiedon virhelähteet (Lähde: Aaker David A. & Day George S. , Marketing research, Singapore, 1990, s.189)

Kyselytavoista henkilökohtainen haastattelu on selvästi tehokkain, erityisesti, kun vaaditaan paljon tietoa ja kysymykset ovat hankalia. Henkilökohtainen haastattelu on kuitenkin aikaa vievää ja kustannuksiltaan kalliimpaa kuin muut kyselytavat. (Aaker & Day 1990, s.201-202)

Kyselyn perustana on yhteydenottotavasta riippumatta kyselykaavake. Hyvä kysymyslomake täyttää kyselijän tavoitteet. Seuraavia loogisia askeleita seuraten voidaan muodostaa hyvä kyselylomake:

- Suunnittele mitä mitataan.
  - Muotoile kysymykset, jotta vaaditut tiedot saadaan.
  - Suunnittele kysymysten järjestys, sanamuoto ja lomakkeen tekstin asettelu.
  - Käyttäen pientä esimerkkiä testaa kysymyslomakeen puutteet ja epätarkkuudet.
  - Korjaa ongelmakohtat (ja testaa uudestaan, jos tarpeellista).
- (Aaker & Day 1990, s.238)

Kysymykset voivat olla joko avoimia tai suljettuja. Avoimia kysymyksiä voidaan käyttää seuraavissa tilanteissa: kyselyn avaajina; kun halutaan selvittää vastaajan mielestä esiintyntyviä seikkoja; kun vastausvaihtoehtoja on liikaa lueteltavaksi; kun sananmukaisia vastauksia toivotaan tai kun kysyttävät asiat ovat epämieluisia (asteikolta valittaisiin helposti alimmat arvot).

Suljettuja kysymyksiä käytettäessä on kaksi perusvaihtoehtoa: luetellut vaihtoehdot tai arvoasteikon käyttäminen. Näihin kysymyksiin on helpompi vastata, niitä on helpompi kysyä ja vastausten analysointi on helpompaa. Annetut vaihtoehdot saattavat kuitenkin peittää alleen todellisia vastauksia. (Aaker & Day 1990, s.239-246)

Joissakin tapauksissa voidaan käyttää avoimien ja suljettujen kysymysten yhdistelmää. Suljettua kysymystä voidaan esimerkiksi täydentää avoimella lisätiedon saamiseksi. (Aaker & Day 1990, s.246)

Teemahaastattelu on puolistrukturoitu menetelmä, jossa haastattelun aihepiirit, teema-alueet ovat tiedossa. Menetelmästä puuttu kuitenkin strukturoidulle haastattelulle luonteenomainen kysymysten tarkka muoto ja järjestys. (Hirsjärvi & Hurme 1980, s.50)

### **Tiedon analysointi**

Usein markkinatutkimuksen kyselyjen tuloksena on valtava määrä aineistoa, jonka analysoiminen ja esittäminen havainnollisessa ja ymmärrettävässä muodossa on tärkeä osa koko markkinatutkimusprosessia.

**Perusanalyysissa** tiedon analysointi voi olla tiedon määrästä ja laadusta riippuen esimerkiksi loogista ajattelua synteisien muodostamiseksi tai tilastomatematiikkaa hypoteesien testaamiseksi. Johtopäätösten tekemisessä on hyvä muistaa, että tulokset eivät voi olla sen luotettavampia kuin se tieto, jonka pohjalta ne on saatu. (Turunen 1994, s.5)

Ennen varsinaista analyysia tulee aineistosta leikata pois haastatteluvirheet, puutteelliset vastaukset, epätarkat vastaukset, ristiriitaisuudet, yhteistyön puutteet ja vastausryhmään kuulumattomien vastaajien vastaukset. Tämän jälkeen vastaukset on syytä ryhmitellä esimerkiksi lukuarvon perusteella järkeviin ryhmiin. (Aaker & Day 1990, s.433-435)



Analyysin aluksi tutkitaan jokaista kysymystä erikseen. Selvitetään frekvenssi eli kuinka monta vastausta kysymykseen saatiin sekä keskiarvo ja prosenttiosuudet eri vastauksille. (Aaker & Day 1990, s.435-438)

Toisessa vaiheessa toistetaan yksittäisten kysymysten analyysi populaation eri alaryhmille. Tutkitaan onko selviä eroja eri ryhmien vastausten keskiarvojen ja prosenttiosuuksien välillä.

Ristiintaulukointi (Cross-tabulation) on suhdanalyysi kahden muuttujan välillä, jotka on nimellisesti skaalattu. Vastauksia voidaan tutkia esimerkiksi tulojen ja iän mukaan jaoteltuina taulukoina ja tutkia näiden taulukoiden suhdetta toisiinsa. (Aaker & Day 1990, s.441)

Korrelaatio määrittää kahden järjestysasteikolla skaalatun muuttujan välisen suhteen. Positiivinen korrelaatio kertoo yhden muuttujan korkean arvon yhteydestä toisen muuttujan korkeaan arvoon kun taas negatiivinen korrelaatio kertoo korkean arvon ja matalan arvon yhteydestä. (Aaker & Day 1990, s.442)

Useamman kuin kahden muuttujan analyysia voidaan käyttää, kun monet muuttujat määrittävät jotakin yrityksen ominaisuutta tai vastaajat pystytään jakamaan paremmin ryhmiin usean muuttujan avulla (Aaker & Day 1990, s.445-446).

**Hypoteesien testaus** vaiheessa empiirisen löydön tulisi johtaa aina hypoteesin testauskysymykseen: Koskeeko löytö vain kyseistä otosta? Hypoteesien testauksella määritetään, kannattaako ko. kysymyksen käsittelyyn uhrata enemmän aikaa vai ei. (Aaker & Day 1990, s.455)

Hypoteesien testaus koostuu neljästä vaiheesta:

- Etsi todistusaineistoa, joka tukee päätelmää.
- Luo itsellesi käsitys nollahypoteesista ( $\approx$  Otos ei poikkea kokonaisuudesta).
- Kysy: "Mikä on todennäköisyys, että alkuperäinen todistusaineisto on totta, jos otaksutaan nollahypoteesin pitävän paikkansa?"
- Laske hypoteesin todennäköisyys (p-arvo). (Aaker & Day 1990, s.476)

## Markkinoiden ennustaminen

Markkinoiden ennustaminen voidaan jakaa kolmeen osaan: Laadulliseen metodiin, aika-sarjaekstrapolointiin ja kausaaliin malleihin. Kaksi jälkimmäistä vaativat olemassaolevaa tietoa markkinoista. (Aaker & Day 1990, s.690)

**Laadullinen ennustaminen** perustuu yksilöiden subjektiivisiin arvioihin tulevaisuudesta. Tällaisia ennusteita voidaan laatia usealla lähestymistavalla. Aaker ja Day (1990, s.690-694) jakavat nämä tavat seuraavasti:

- Johdon mielipiteet (*Jury of Executive Opinion*). Yrityksen eri osa-alueiden johtajista koostuva ryhmä yhdistelee mielipiteitään.
- Myyntivoiman arvioinnit (*Salesforce Estimates*). Periaatteena on se, että organisaation lähimpänä asiakasta oleva henkilö tekee yksilöllisen ennusteen oman tuotteensa myynnistä ja nämä ennusteet yhdistellään myyntiennustekokonaisuudeksi.
- Asiakkaiden aikomusten kartoitus (*Surveys of Customer intentions*). Asiakkaiden annetaan tehdä omat arviot käytöstään ja ostoaikeistaan.
- *Delphi Approach*. Yrityksen eri osa-alueiden johtajista koostuva ryhmä yhdistelee mielipiteitään kuten kohdassa 1, mutta tässä jokainen kirjaa ylös oman ennusteensa ja sen perusteet. Tämän jälkeen nämä yksilölliset ennusteet jaetaan muille ryhmän jäsenille ja jokainen tekee korjaukset omaan ennusteensa. Tämän jälkeen ennusteet yhdistellään. Menettelyllä pyritään vähentämään ryhmän vahvojen jäsenten vaikutusta.

**Aika-sarjaekstrapolointi** tai aika-sarjaennustaminen voi olla tehokas tapa ennustaa, erityisesti lyhyentähtäyksen ennustuksissa. Aika-sarja on yksinkertaisesti ajan kuluessa kerätty tieto, kuten esimerkiksi viikottaiset myyntiluvut viime vuosilta. (Aaker & Day 1990, s.694)

Kerätyn tiedon perusteella voidaan usein luoda trendi, jonka ekstrapoloiminen antaa kuvan tulevaisuudesta, jos ko. trendi jatkuu. Käyrän piirtäminen voidaan tehdä visuaalisesti tai sovittaa pisteistöön käyrä jollakin regressio-tietokoneohjelmalla. (Aaker & Day 1990, s.694)

Vain tämänhetkinen tieto vastaa vallitsevia olosuhteita. Vanhoja tietoja käytettäessä voidaan painottaa uudempia tietoja esimerkiksi käyttämällä liukuvaa keskiarvoa, painottamalla eksponentiaalisesti tai mikäli mahdollista huomioimalla vain edellisen käännepisteen jälkeiset tapahtumat. (Aaker & Day 1990, s.698-699)

**Kausaaliset mallit** eivät tyydy olettamaan, että tulevaisuus noudattaisi jotakin trendiä, vaan perustuvat tekijöihin, joiden arvellaan aiheuttavan ennustuksen tai vaikuttavan siihen joko suoraan tai epäsuorasti. (Aaker & Day 1990, s.701)

Yksinkertaisin muoto kausaalisesta analyysistä on yritys tunnistaa ennustettavan objektin johtavat indikaattorit. Esimerkiksi syntyneiden lasten määrä on johtava indikaattori tulevalle koulutuksen tarpeelle. (Aaker & Day 1990, s.702)

Muodollisempi kausaalinen malli on regressioyhteys. Riippuvana muuttujana on ennustettava asia ja riippumattomina muuttujina kausaaliset tekijät, joiden arvellaan aiheuttavan ennusteen tai vaikuttavan siihen. (Aaker & Day 1990, s.704). Esimerkkinä voidaan muodostaa kuvitteellinen malli puuikkunoiden kysynnälle.

$$P = a + b \cdot X + c \cdot Y$$

Kaava (1)

missä P = puuikkunoiden kysyntä

X = haetut uudet rakennusluvut

Y = korjausrakentamiseen haetut rakennusluvut

#### 2.2.4 Organisaation ostokäyttäytyminen

Tuotteen kilpailukyky on nähtävä asiakkaan ostopäätöksen näkökulmasta. Vaikka tuote olisikin kilpailijoihin nähden kilpailukykyinen, tästä kilpailukykyvystä ei ole mitään hyötyä, ellei asiakas jostakin syystä osta tuotetta.

On kehitetty useita malleja selittämään ostokäyttäytymistä tilanteessa, jossa organisaatio tekee päätöksen investointihyödykkeen ostamisesta. Nämä mallit voidaan jakaa neljään pääryhmään:

- Tehtäväorientoituneet mallit,
- ei-tehtäväorientoituneet mallit,
- päätösprosessit ja
- kompleksit mallit. (Moriarty 1986, s.16).

##### **Tehtäväorientoituneet mallit**

Tehtäväorientoituneet mallit pyrkivät lähinnä selittämään teollisen oston taloudellista puolta käyttämällä yksiselitteisiä muuttujia (Moriarty 1986, s.16-17).

**Minimihinnan malli** olettaa yrityksen aina pyrkivän minimoimaan maksamansa hinnan tuotteesta tai palvelusta ja täten maksimoimaan voittonsa. Malli edellyttää täydellistä kilpailua, täydellistä tiedon vaihtoa ja tuotteilta täydellistä korvattavuutta, eli olosuhteita, jotka harvoin käyvät toteen. (Moriarty 1986, s.17)

**Alhaisimman kokonaiskustannuksen malli** laajentaa minimihinnan käsitettä selittämään myös laadun, toimituksen, luotettavuuden ja muitten hinnoittelemattomien muuttujien kustannukset (Moriarty 1986, s.17).

**Rationaalisen ostajan malli** on alhaisimman kokonaiskustannuksen mallille käyttäytymistieteissä kehitetty vastine. Mallin mukaan ostaja arvioi rationaalisesti vaihtoehdot ja niiden oletetut tuotot. Ostopäätös tehdään maksimoimalla odotettu voitto. (Moriarty 1986, s.17)



**Toimittajalojaalisuuden malli** olettaa jatkuvuuden muodostavan ostokäyttäytymisen pääasiallisen muuttujan, jolloin tapakäyttäytyminen painottuu, seurauksena taipumus aikaisempien toimittajien suosimiseen. Toimittajalojaalisuuden olemassaolo on vahvistettu useamman empiirisen, teollista ostokäyttäytymistä analysoivan tutkimuksen avulla. Mallin etuihin kuuluu, että se tunnistaa huomattavan osan organisaation ostoista rutiinipäätöksiksi sekä tunnistaa ostopäälliköiden taipumuksen pyrkiä helposti ylläpidettäviin toimittajasuhteisiin ja tarjoaa vaihtoehdon maksimoivalle ostokäyttäytymisteorialle toteamalla toimittajatytytyväsyyden olevan ratkaisevampi. (Webster & Wind 1972, s.15).

**Ostotyyppimalli** lähtee ajatuksesta, että on olemassa kolme eri ostopäätöstä: uusi osto, muunneltu osto ja suora jälleenosto (taulukko 1). Eri ostopäätöksissä ongelman uutuus on erilainen, samoin tiedon tarve ja uusien vaihtoehtojen harkinnan taso.

Taulukko 1 Kolme ostopäätöstilannetta (Lähde Robinson, Faris & Wind teoksessa Moriarty Rowland T, Industrial Buying Behavior, 1986, s.19)

OSTOTILANNE	ONGELMAN UUTUUSTASO	TIEDON TARVE	UUSIEN VAIHTOEHTOJEN HARKINNAN TASO
Uusi osto	korkea	keskitasoa	tärkeä
Muunneltu osto	keskitasoa	vaatimaton	rajattu
Suora jälleenosto	pieni	minimaalinen	-

### Ei-tehtäväorientoituneet mallit

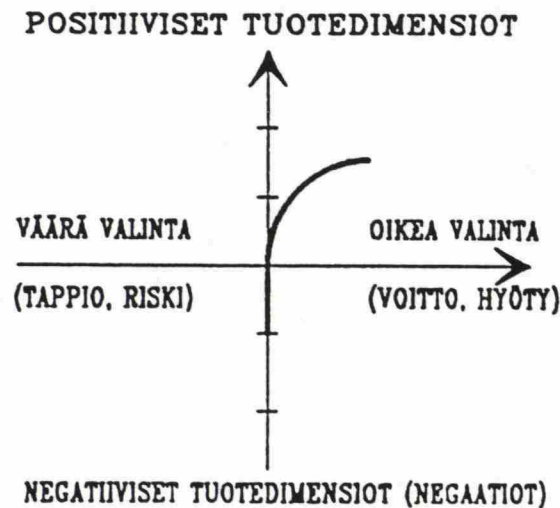
Ei-tehtäväorientoituneet mallit lisäävät ihmisen organisaation ostopäätöksen tekoon osallistujana. Epätaloudelliset muuttujat otetaan mukaan päätöksentekoprosessiin. (Webster & Wind 1972, s.15)

**Havaitun riskin malli** tähdentää ostajan epävarmuutta, kun hän arvioi toiminnan vaihtoehtoja. Mallin mukaan ostajia motivoi halu vähentää havaittua riskiä ostopäätöksessä jollekin hyväksytylle tasolle. (Webster & Wind 1972, s.17)

Riskin vähentäminen voidaan tehdä monella tavalla. Yksi tapa on välttää päätöstä. Toinen on pysyä uskollisena nykyisille toimittajille. Kolmas vaihtoehto on kerätä ja analysoida vaihtoehtoista tietoa. Neljäs mahdollisuus on tehdä kauppaa hyvin tunnettujen, hyvämaineisten ja vakiintuneiden toimittajien kanssa. (Webster & Wind 1972, s.17)

**Negaatiovalintamalli** perustuu olettamukselle, että valintapäätökset ovat ensisijaisesti pyrkimyksiä puhtaisiin riskittömyyspäätöksiin. Ne eivät ole perinteisiä edullisuusvertailuja. Ostajat pelkäävät väärän valinnan mahdollisuutta siinä määrin, että mieluummin minimoidaan tappioiden syntymisen mahdollisuutta kuin maksimoidaan tuottoa. (Rinne 1989, s.58). Mallin mukaan ostajat katsovat valintatilanteen alkuvaiheessa lähinnä, että myyjä ja tuote täyttävät tavanomaiset vaatimukset. Valintatapahtuman loppuvaiheessa valinta tehdään 1-3 haluttavan ominaisuuden perusteella.

Negaatiovalintamallin voidaan katsoa vaikuttavan siten, että tarjouspyyntövaiheessa ostajat tekevät lähinnä turvallisia valintoja. Tarjouspyynnön kohteeksi valitaan ne, jotka täyttävät tietyt kriteerit. Lopullisessa urakoitsijan valintavaiheessa positiiviset, haluttavat ominaisuudet vaikuttavat valintaan. Haluttava ominaisuus voi olla esimerkiksi halpa hinta.



Kuva 13 Ostajan valintamalli (Lähde: Rinne Seppo, Negaatiovalintamalli ja sen vaikutus investointihyödykkeen kehitystyöhön, 1989, Tampereen Teknillinen Korkeakoulu: Julkaisu 59, Tampere, s.61)

**Diffuusioprosessin** malli on hyvin samankaltainen kuin havaitun riskin malli, tosin diffuusioprosessi tarkastelee yritystä päätöksentekoyksikkönä, kun havaitun riskin malli keskittyy yksilöön (Webster & Wind 1972, s.20). Malli keskittyy kolmeen ostokäyttäytymisen osa-alueeseen:

- Sellaisiin organisaatio-, kulttuuri-, lainsäädäntö- ja ympäristötekijöihin, joilla voi olla joko hidastava tai edesauttava vaikutus uuden tuotteen tai palvelun leviämiseen,
- sellaisiin henkilökohtaisiin ominaisuuksiin, joilla voi olla kannustava tai lannistava vaikutus ostokäyttäytymiseen ja täten vaikuttaa halukkuuteen tai vastustukseen omaksua uusi tuote ja
- sellaisiin tuote- tai palveluattribuutteihin, joilla on määräävä vaikutus uuden tuotteen tai palvelun diffuusioon (omaksuminen, nopeus ja kenen toimesta).

## Päätösprosessimallit

Päätösprosessimallit perustuvat empiirisiin tutkimuksiin organisaatioiden ostoprosessista (Moriarty 1986, s.23). Nämä mallit ovat käytännöllisiä, koska ne antavat yleistä tietoa ostoprosessista (Moriarty 1986, s.28).

**Ostoprosessi ja ostopäätösprosessin** kuvaukset ovat kehittyneet lähinnä empiiristen tutkimusten myötä. Ensimmäisen merkittävän yrityksen teollisen päätöksenteon ymmärtämiseksi tekivät Cyert, Simon ja Trow. Empiirisen, yrityksen päätöksentekoa tutkineen projektin pohjalta he totesivat päätöksenteon muodostuvan kolmesta peruselementistä:

- Rutiiniprosesseista, jotka toistuvat päätöksentekoprosessin eri vaiheissa,
- kommunikaatioprosesseista, jotka edustavat organisaation sisäistä tiedonkulkua ja
- ongelman selvittämisprosesseista, joiden pyrkimyksenä on löytää ratkaisu osto-ongelmaan. (Moriarty 1986, s.24).

**Ostovaihemallin** kehittivät Robinson, Faris ja Wind ostoprosessi kuvaksiin sekä Websterin tutkimuksiin perustuen. He esittävät kahdeksanvaiheisen *ostovaihemallin*. Nämä vaiheet ovat:

- 1 Ongelman tunnistaminen ja yleisen ratkaisun etsintä
- 2 Halutun tuotteen ominaispiirteiden ja laadun määrittäminen
- 3 Halutun tuotteen ominaispiirteiden ja laadun kuvaaminen.
- 4 Mahdollisten toimittajien etsintä ja valinta
- 5 Tarjousten hankinta, analysointi ja vaatimusten määrittäminen
- 6 Tarjousten arviointi ja toimittajan valinta
- 7 Tilauskäytännön valinta
- 8 Palaute ja arviointi (Moriarty 1986, s.23-24)

## Kompleksit mallit

Kompleksiset mallit ottavat huomioon yhden tai useampia muuttujia, jotka vaikuttavat organisaation ostoreaktioihin markkinointitoimenpiteiden seurauksena (Webster & Wind 1972, s.20).

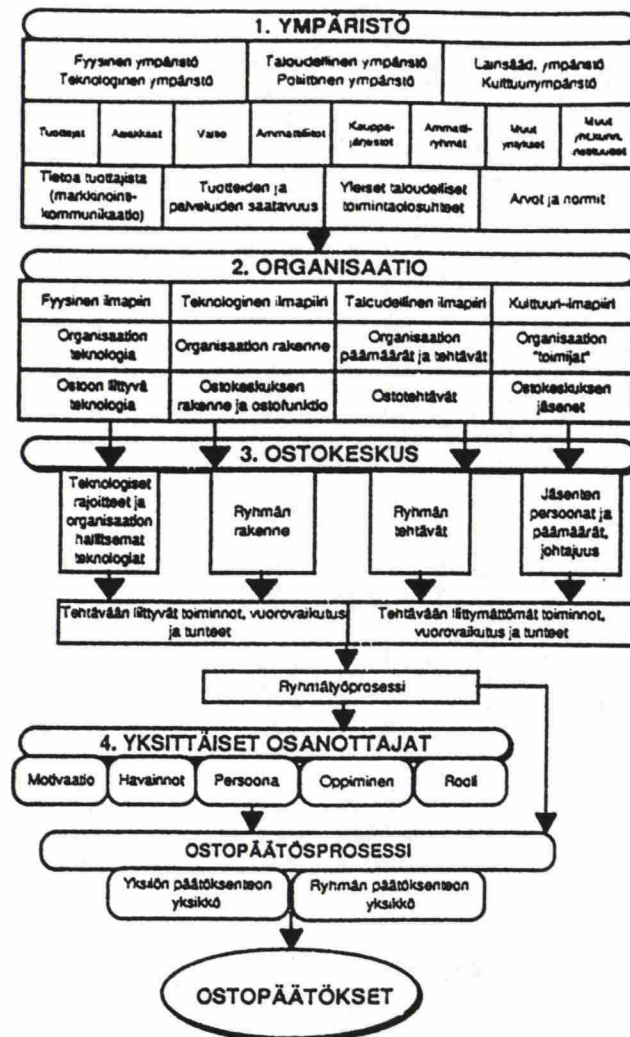
Webster ja Wind esittivät (1972) käsitteellisen mallin ostokäyttäytymiselle (B), joka yhdistää ympäristön (E), organisaation (O), ihmistenvälisen (G) ja yksilöllisen (I) oston määreet (Moriarty 1986, s.29).

$$B = f(I, Q, O, E)$$

Kaava (2)



**Yleisen mallin organisaation ostokäyttäytymisestä esittivät edellisistä muuttujista lähtien Webster ja Wind.**



Kuva 14 Yleinen malli organisaation ostokäyttäytymisestä (Lähde: Webster ja Wind teoksessa: Webster Frederick E., Industrial Marketing Strategy, 1979, New York, s.35)

**Ostoverkko** on Robinsonin, Farisin ja Windin esittämä yhdistelmä ostoluokista ja ostovaiheista. Syntynyt malli on kaksikulotteinen ostoverkko. Ostoverkko on hyvin suosittu yksinkertaisuutensa vuoksi. Se ei sisällä kompleksisesti käyttäytyviä muuttujia (Moriarty 1986, s.29). Vaaka-akselilla ostoverkkomatriisissa on oston tyypit ja pystyakselilla oston vaiheet. Eri ostotyyppien ostovaiheiden suorittamista ja ostoprosessia kuvaavat merkinnät "Kyllä", "Ehkä" ja "Ei".

	UUSI OSTO	MUUNNELTU OSTO	SUORA JÄLLEENOSTO
1. Ongelman tunnistaminen	Kyllä	Ehkä	Ei
2. Tuotteen ominaisuuksien määrittäminen	Kyllä	Ehkä	Ei
3. Tuotteen ominaisuuksien kuvaus	Kyllä	Kyllä	Kyllä
4. Toimittajien etsintä	Kyllä	Ehkä	Ei
5. Tarjousten hankinta	Kyllä	Ehkä	Ei
6. Toimittajan valinta	Kyllä	Ehkä	Ei
7. Tilauskäytännön valinta	Kyllä	Ehkä	Ei
8. Palaute ja arviointi	Kyllä	Kyllä	Kyllä

Kuva 15 Ostoverkko (Lähde: Kotler Philip, Marketing Management, Engelwood Cliffs N.J., 1991, s.206)

## 2.3 YHTEENVETO JA ONGELMA-ASETTELU

### 2.3.1 Kilpailukykyteoriat pohjarakentamisessa

#### Toimialan rakenne

Saavuttaakseen kilpailukykyä pohjarakentamisessa yrityksen tulee tietää toimialaan vaikuttavien kilpailutekijöiden vaikutus ja voimakkuus. Samoin tulee tietää mahdollisuudet kilpailukykyyn saavuttamiseen verkostumisen kautta. Ongelmat voidaan esittää seuraavasti:

- Miten kovaa kilpailu alalla on ja mitä erityispiirteitä kilpailussa on ?
- Miten suuri on uusien tulokkaiden uhka ?
- Mikä on korvaavien tuotteiden osuus kilpailun kentässä ?
- Kuinka suuri on hankkijoiden vaikutusvalta ?
- Kuinka suuri on ostajien vaikutusvalta ?
- Saavutetaanko kilpailuetua verkostumalla ?

## Kilpailun perusstrategiat

Kilpailukykyä pohjarakentamisessa voidaan teoriassa saavuttaa kaikilla kolmella perusstrategialla (kustannusjohtajuus, differoitus ja keskittyminen). Tässä työssä tarkastelu on painottunut differoinnin kautta saavutettavaan kilpailukykyyn parantamiseen. Kustannusjohtajuuden strategian soveltaminen edellyttää suurempaa suhteellista markkinaosuutta, kuin yrityksellä tällä hetkellä on. Tällä perusteella ongelmat tässä tutkimuksessa ovat:

- Onko kilpailuetu saavutettavissa uusilla pohjarakentamisen menetelmillä ?
- Saavutetaanko urakoitsijan omilla vaihtoehtoisilla ratkaisuilla kilpailuetua ?
- Tuleeko differoinnin strategiaa noudattaa laajalla vai kapealla kohdealueella ?
- Mitkä ovat mahdollisuudet saavuttaa suhteellista kilpailuetua ?

## Strategiavaihtoehdot

Kilpailuedun saavuttamiseksi tulee olla selkeä käsitys siitä, millaiseksi tulevaisuus pohjarakennusosalalla saattaa osoittautua. Kun tulevaisuuden kuva on selkeä, voidaan harkita strategioina uudelle alalle tuloa, puolustautumista tai hyökkäystä. Ongelmat ovat tällöin:

- Minkälaiset ovat tulevaisuuden näkymät pohjarakentamisessa ?
- Kannattaako alalle tulla sisäisen kehityksen vai yritysoston kautta ?
- Minkälaista puolustusstrategiaa tarvitaan ?
- Täyttääkö yritys edellytykset hyökkäysstrategian noudattamiseen ?
- Miten mahdollinen hyökkäysstrategia tulee toteuttaa ?

### 2.3.2 Markkinateoriat pohjarakentamisessa

#### Uuden tuotteen kehittäminen

Tuotekehityksen merkitys korostuu pyrittäessä nykyisille pohjarakennusmarkkinoille uudella tuotteella. Kehitysprosessin alkuvaiheissa tulee olla avoin kaikille ratkaisuille. Kun tuoteideoita on kertynyt riittävästi seulotaan jatkotarkasteluun ne, jotka sopivat yrityksen päämääriin ja resursseihin. Tämän jälkeen luodaan tuotteesta tuotekonsepti. Ongelmat ovat:

- Mitä uusia pohjarakennusmenetelmiä on olemassa ?
- Miten nämä menetelmät sopivat yrityksen päämääriin ja resursseihin ?
- Mikä on jatkotarkasteluun valittujen menetelmien tuoteidea ja soveltuvuus ?



## Markkinatutkimusprosessi

Markkinatutkimuksen pohjana tulee toimia yrityksen omat tietokannat ja markkinatutkimuksen tulee tuottaa tuloksia näihin tiedostoihin. Markkinatutkimuksen aluksi määritetään tutkimuksen tarkoitus ja asetetaan tavoitteet. Suoritettavan tutkimuksen suunnittelulle, kysymyksien muodostamiselle ja otoksen valinnalle tulee varata riittävästi aikaa.

Primaarisen tiedon lähteenä käytettiin tässä tutkimuksessa kyselytutkimusta. Kysely suoritettiin osin haastatteluna, mutta suurimmalta osaltaan postitse. Tällöin korostuu kyselykaavakkeen ja oikein muotoiltujen kysymysten merkitys. Avoimien kysymysten avulla saadaan paremmin selville esiintyntyvät seikat ja vastaajien erilaiset näkemykset.

Analysointia tehtäessä tulee aineistoa ensin karsia, suorittaa analyysi koko populaatiolle ja tämän jälkeen jakaa populaatio mahdollisiin alaryhmiin ja toistaa analyysi. Päätelmät tulee tehdä hypoteesien asettamisen kautta. Ongelmat ovat seuraavat:

- Mitä pohjarakennusmenetelmiä käytetään ja kuinka paljon ?
- Minkätyyppisissä käyttökohteissa ja lopputuotteissa on pohjarakentamista ?
- Mikä on lopputuotteiden kysyntä nyt ja lähitulevaisudessa ?
- Mikä on vaikeiden pohjarakennuskohteiden osuus ?
- Ketkä rakennuttavat / suunnittelevat pohjarakennuskohteita ?

## Organisaation ostopäätös

Rakennuttaja valitsee jo ennen tarjouskilpailua urakoitsijat, joille lähettää tarjouspyynnön. Tällöin valintaan vaikuttaa käsitys urakoitsijoiden sopivuudesta ja ostokäyttäytymistä voidaan kuvata negaatiovalintamallilla, jolloin yksikin riskitekijä toimii karsivana tekijänä.

Urakkakilpailun jälkeen lopulliseen urakoitsijan valintaan vaikuttaa eniten hinta. Urakoitsija voi alentaa tarjoushintaansa kilpailijoita tehokkaammalla toiminnalla tai tarjoamalla omaa ratkaisuaan ongelmaan. Tällöin urakoitsijan on aina osoitettava oman vaihtoehdonsa edullisuus. Rakennuttaja valitsee hyväksymiskelpoisista tarjouksista sen, joka taloudelliset, tekniset ja toiminnalliset seikat huomioon ottaen on edullisin. Edullisin tarjous ei välttämättä ole aina halvin. Lähes aina kuitenkin halvin tarjous valitaan (Perttilä & Sätälä, 1985, s.46). Ostokäyttäytymistä tässä vaiheessa voidaan kuvata alhaisimman kokonaiskustannuksen mallilla.

Websterin ja Windin yleisen mallin mukainen ostokeskus urakoitsijaa valittaessa muodostuu tilaajan, rakennuttajan ja suunnittelijoiden muodostamasta yhteenliittymästä. Vaikka tilaaja on maksajana ja päätöksentekijänä, vaikuttavat rakennuttajien ja suunnittelijoiden näkökulmat ja toimet huomattavasti tilaajan päätökseen. Ongelma onkin lähinnä:

- Miten ostopäätösprosessiin voidaan vaikuttaa ?

### 3. POHJARAKENNUSMENETELMÄT

#### 3.1 YLEISTÄ

Tässä kappaleessa kuvataan sekä Suomessa käytössä olevat pohjarakennusmenetelmät että tutkitut uudet menetelmät rajaten kuitenkin pois maan- ja kallionvaraisperustukset, anturaperustukset, laattaperustukset, alapohjarakenteet, rakennuspaikan kuivatusta koskevat menetelmät, routasuojausmenetelmät sekä tonttialueiden putkijohdot.

Rajauksella pyritään keskittämään huomio pohjarakennuksen alueille, joissa rakentaminen tapahtuu vaikeissa olosuhteissa ja/tai erikoistekniikoilla. Esimerkiksi erilaisten synteettisten geovahvisteiden tarkastelu on vähäistä, koska materiaalien kehitys tapahtuu kemian- / öljyteollisuudessa. Geovahvisteiden asentamisella sen sijaan voi olla merkittävääkin markkina-arvoa.

Suomessa käytössä olevat pohjarakennusmenetelmät kuvataan yleisellä tasolla. Uudet tutkitut pohjarakennusmenetelmät esitellään tarkemmin. Edelleen arvioidaan näiden menetelmien soveltuvuutta Suomen oloihin sekä mahdollista korvaavuutta nykyisiin menetelmiin nähden.

#### 3.2 SUOMESSA NYKYISIN KÄYTÖSSÄ OLEVAT POHJARAKENNUSMENETELMÄT

##### 3.2.1 Paaluperustukset

###### Yleistä

Rakennusten ja rakenteiden perustaminen paaluilla tulee kysymykseen silloin, kun kantava pohja on syvällä ja ylempänä esiintyvät maakerrokset ovat niin pehmeitä, että maanvarainen perustaminen ei perustuskuormitusten aiheuttamien painumien suuruuden tai maapohjan heikon kantavuuden vuoksi ole mahdollista, eikä kantavaan pohjaan ulottuvilla perusmuureilla tai -pilareilla perustaminen ole taloudellisesti kannattavaa. (RIL 166, 1986, s.161).

Toimintatavan perusteella paalut voidaan jaotella tukipaaluihin, kitkapaaluihin, koheesiopaaluihin ja välimuotopaaluihin. Valmistustavan mukaan paalut voidaan jaotella seuraavasti:

- valmiina maahan lyötävät paalut eli lyöntipaalut,
- maahan tehtyyn reikään valmistettavat paalut, mm. suurpaalut ja
- elementtipaalut. (RIL 166, 1986, s.161)



## Lyöntipaalut

Lyöntipaalulla tarkoitetaan puu-, teräsbetoni- tai teräspaalua, joka saatetaan maahan lyömällä sitä pudotusjärkeleellä tai muulla vastaavalla iskevällä laitteella ja joka jää rakenteen toimivaksi osaksi. Toimintatavaltaan lyöntipaalu voi olla tuki-, kitka-, koheesio- tai välimuotopaalu. (RIL 166, 1986, s.163).

Paalutustyöt jaetaan paalutusluokkiin I, II ja III. Paalutustyön luokkaa määritettäessä tulee ottaa huomioon rakennuskohteen luonne, pohjatutkimusten seikkaperäisyys, paalujen laatu, paalutuskaluston sekä paalutustöiden suorituksen ja tarkastustoimenpiteiden (valvonnan) laatu ja seikkaperäisyys. (SGY 1991, s.23).

Yleisin ja kaikkiin lyöntipaalutustöihin sopiva ja usein myös tehokkain paalutuskone on pudotusjärkelejunta. Juntan peruskoneena on yleisesti tela-alustainen, 25...30 tonnin kaivinkone. Juntan järkälettä nostetaan ja pudotetaan vapaasti tai nostoköysien jarruttamana. Järkäleen nosto voi tapahtua myös hydraulisesti. Järkäle liikkuu paalutuskoneen johdepuomin luistinputkien tai kiskojen ohjaamana. Järkäleen paino vaihtelee 10...50 kN ja järkäle kootaan noin 10 kN osista. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.79).

**Puupaalujen** kestorakennekäytön edellytyksenä on, että paalu sijoittuu kokonaan pohjaveden alapuolelle. Yleensä puupaalujen yläpää on lahosuojattava mahdollisesti myöhemmin tapahtuvan pohjavedenpinnan alenemisen varalta. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.45).

Puupaaluina käytetään suorakasvuisia mänty- ja kuusirunkoja, joissa ei saa esiintyä lahoa tai syviä reikiä. Tukipaalun latvaläpimitan on oltava vähintään 150 mm. Puupaaluja voidaan jatkaa, mutta yleensä vasta silloin, kun paalun kokonaispituus on yli 14 metriä. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.45).

**Teräsbetonipaalut** valmistetaan nykyään lähes yksinomaan tehtaassa. Paalut ovat yleensä jännittämättömiä ja poikkileikkaukseltaan neliömäisiä sivun pituuden ollessa 250 mm, 300 mm tai 350 mm. Teräsbetonipaalut, joiden pituus on alle 12 metriä, lyödään maahan yleensä jatkamattomina. Yli 12:n metrin pituiset paalut voidaan tarvittaessa jatkaa. Jos jatkaminen tehdään jäykkäjätkoksia käyttäen, ei paalun kuormaa tarvitse jatkoksen vuoksi pienentää eikä jatkosten lukumäärää ole rajoitettu. (RIL 166, 1986, s.166).

Paalun kärki varustetaan valun yhteydessä paalun pituusakselin suhteen symmetrisellä paalukengällä. Jos on odotettavissa, että paalun kärki tukeutuu kalliopintaan tai lohkaraiseen pohjamaakerrokseen ja liukumisvaara on olemassa, varustetaan paalu kalliokärjellä. (RIL 166, 1986, s.166).

**Teräspaalut** ovat yleensä putkia, valssattuja profileja, massiivisia teräksiä tai muototeräksistä koottuja reikäprofileja. Teräsputkipaalut ovat joko suuriläpimittaisia tai pieniläpimittaisia nk. hoikkia paaluja.



Valssattuina profiileina käytetään joko varsinaisesti paaluiksi tarkoitettuja tai normaaleja rakenneteräsprofiileja. Massiiviset teräspaalut ovat pyöreitä tai neliskulmaisia. Ratakiskoja käytetään myös paaluina. (RIL 166, 1986, s.170).

Teräspaalut voidaan jatkaa hitsaamalla, pulttijatkoksella, hylsyjatkoksella tai muhvi-jatkoksella. Paalut varustetaan tavallisesti kohtisuoraan katkaistulla, vahvistetulla kärkekappaleella, joka estää paalun pään vaurioitumista lyönnin aikana ja lisää paalun pään kantavuutta poikkipinnan lisääntymisen ansiosta. (RIL 166, 1986, s.171).

## Suurpaalut

Suurpaaluilla tarkoitetaan yleisnimityksenä paaluja, joiden läpimitta on suurempi kuin 500 mm. Suurimman ryhmän suurpaaluista muodostavat maan sisään in-situ, eri tavoin työputkia käyttäen tehtävät paalut. (RIL 166, 1986, s.173). Suurpaalut voidaan jakaa tekotavan mukaan kolmeen ryhmään:

- alapäästään avoimen työputken avulla kaivamalla maahan tehtävät paalut eli kaivinpaalut,
  - alapäästään suljetun ja maahan lyödyn työputken avulla tehtävät paalut ja
  - bentonit-lietteen avulla tuettuun reikään ilman työputkea tehtävät paalut.
- (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.88).

**Kaivinpaalun** ensimmäisenä työvaiheena painetaan tai lyödään maahan alapäästään avointa, lujarakenteista ja alareunastaan usein hammastettua työputkea samalla kun putkea hierretään edestakaisin pysty akselinsa ympäri. Putken sisälle tunkeutuva maan aines poistetaan putkimaisella kahmarityyppisellä kaivurilla sisältä sitä mukaa kun putken upotus edistyy. Kaivua ja putken upotusta estävät kivet ja lohkareet rikotaan raskaalla, työputkeen upotettavalla meisselillä tai joissakin tapauksissa räjäyttämällä. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.88).

Kun kallioon tunkeutuvaksi tarkoitettu kaivinpaalun kaivussa on saavutettu riittävä kaivussyvyys, kallion pinta huuhdellaan puhtaaksi mammut -pumpulla ja putkeen asennetaan ennakolta jo valmiiksi koottu rauditus. Tämän jälkeen aloitetaan paalun betonointi yleensä vedenalaista betonointimenetelmää käyttäen ja samalla työputkea aletaan nostaa ylös. Näin jatketaan, kunnes paalu on valmis. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.88-89).

**Franki-paalut** ovat alapäästään suljetulla työputkella tehtäviä suurpaaluja. Franki-paalun tekemisessä käytetään paksuseinäistä, ulkoläpimitaltaan noin 500 mm työputkea. Putken alapää täytetään runsassementtisellä maakostealla betonilla, jota sullotaan putken sisällä liikuteltavalla sukkulan muotoisella 3,3 t järkäleellä. Sullottu betoni muodostaa putken alapäähän tulpan. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.88-89).

Kun muodostunut, 800-1000 mm pituista tulpaa lyödään edelleen em. järkäleellä, lyöntitulppa ja sen mukana työputki painuvat maahan. Työputken upottaminen lopetetaan, kun sallitun paalukuorman edellyttämä tavoitetaso on saavutettu. Tämän jälkeen työputki kiinnitetään paalutuskoneeseen ja lyöntitulppa lyödään ulos työputkesta. Putkeen lisätään annoksittain maakostea betonia, joka sullotaan ulos putken alapäästä ja näin muodostuu paalulle antura. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.89).

Anturan valun jälkeen työputkeen asennetaan ennakolta valmiiksi koottu paalun raudoitus, minkä jälkeen betonoidaan paalun varsi. Varren betonointi voidaan tehdä maakostealla betonilla, betonimassaa annoksittain lisäten, massaa putken läpi sulloen ja työputkea asteittain nostaen. Varren betonointi voidaan tehdä myös siten, että työputki täytetään yhdellä kertaa vetelällä betonimassalla ja sen jälkeen putki nostetaan ylös, putkea samanaikaisesti täryttäen. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.89-90).

**Franki-mixte** paalussa Franki paalun varsi on tehty valmiista, halkaisijaltaan 420 mm teräsbetonelementistä, joka asennetaan anturan päälle työputkeen.

**Vibrex-paalu** tehdään lyömällä kärkikappaleella suljettu työputki maan sisään. Työputkeen asennetaan raudoitus ja työputki täytetään betonilla. Putkea tärytetään ylösnoston aikana siten, että vetelä betonimassa pusertuu ulos putken avoimesta alapäästä maata vasten. Työputken alapäässä oleva kärkikappale jää maahan paalu kärjeksi. Vibrex-paalujen nimellisläpimitat ovat 508 mm ja 610 mm. (Terramare Oy - yritys, s.10).

### **Elementtipaalut**

Elementtipaalut, toiselta nimeltään pätkäpaalut, kootaan rakennuspaikalla lyhyistä elementeistä usein sitä mukaa, kun paalua painetaan tai lyödään maahan. Suomessa elementtipaaluja on käytetty etenkin vanhojen perustusten vahvistamisissa, kun joudutaan työskentelemään matalissa ja ahtaissa tiloissa. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.94).

### **3.2.2 Maapohjan vahvistaminen**

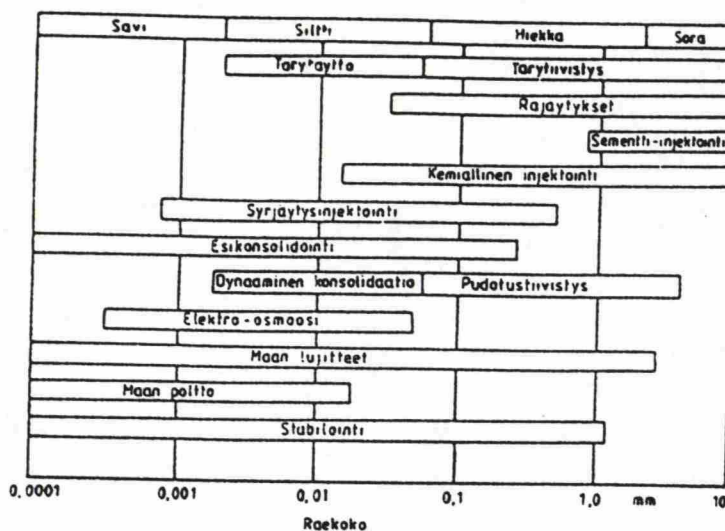
#### **Yleistä**

Rakentamisen tapahtuessa pohjaolosuhteiltaan heikoilla alueilla paaluperustuksen vaihtoehtona voi olla maapohjan vahvistaminen rakentamiseen kelpaavaksi. Maapohjan vahvistamista tarvitaan myös esimerkiksi olosuhteissa, joissa olemassaolevan rakenteen alapuolista maata joudutaan vahvistamaan uuden läheisen rakenteen rakentamisen vuoksi.

Geotekniikassa pohjanvahvistuksella tarkoitetaan maakerrosten geoteknisten ominaisuuksien parantamistoimenpiteitä. Vahvistettu maapohja on siis pohjanvahvistuksen jälkeenkin ainakin suurimmalta osaltaan maata.

Pohjanvahvistuksella pyritään ensisijaisesti maan kantokyvyn lisäämiseen sekä painumien pienentämiseen.

Maapohjan vahvistamistarvetta on erityisesti silloin, kun maan huokostilavuuden osuus on suuri. Täten maapohjan vahvistamisessa pyritään pienentämään maan huokostilan osuutta tai maan rakennetta lujitetaan sopivalla huokostilan täyttöaineella. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.186-187)



Kuva 16 Pohjanvahvistusmenetelmien soveltuvuus (Lähde: RIL 166-Pohjarakenteet, Helsinki, 1986, s.274)

Maapohjan vahvistamiseksi on kehitetty varsin monia menetelmiä. Vaikutustapansa perusteella pohjanvahvistusmenetelmien pääryhmittely on seuraava:

- syvätiivistys,
- esikonsolidointi,
- injektointi,
- stabilointi ja
- maan lujitteet. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.187).

### Syvätiivistys

Syvätiivistyksessä on kysymys lähinnä löyhien kitkamaakerrosten mahdollisimman syvälle ulottuvasta tiivistämisestä, joka tapahtuu dynaamisin menetelmin: täryttämällä, junnuttamalla tai räjäyttämällä (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.187).



**Täryhuuhtelu** on maapohjan tiivistämistä suurella sauvatäryttimellä, joka upotetaan maahan täryttimen oman painon, tärytyksen ja vesihuuhtelun avulla. Täryhuuhtelulaite on 2...4 metrin pituinen, halkaisijaltaan 0,3...0,4 metrin teräsputki, jonka sisällä oleva sähkömoottori pyörittää epäkeskosylinteriä ja aiheuttaa näin tärinän. Täryttimen kärjessä ja yläosassa on huuhteluveden tai -ilman suuttimet. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.187-188).

**Pudotustiivistys** on mekaaniseen iskuenergian käyttöön perustuva syvätiivistysmenetelmä. Tässä menetelmässä nostokone nostaa 80-2000 kN järkäleen tietylle korkeudelle maanpinnasta ja järkäleen annetaan sitten vapaasti pudota tiivistyssuunnitelman mukaiseen kohtaan. Pudotuksia tehdään yhdellä työ kierroksella samaan kohtaan 2...5 kpl. Työkierros jatkuu välittömästi seuraavassa pudotuskohdassa. Pudotuskierroksia tehdään 2...4 kpl. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.189).

**Tiivistyspaalutus** perustuu maahan lyötävien usein kartiomaisten paalujen maata syrjäyttävään ja siten ympäröiviä maakerroksia tiivistävään vaikutukseen. Paalut, joiden pituus on 1,5...6 metriä, lyödään 0,5...1 metrin välein, vedetään sitten ylös ja syntyneisiin reikiin juntataan soraa tai hiekkaa. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.190). Paalut voidaan myös jättää maahan, jolloin soraa ei tarvita.

### **Esikonsolidointi**

Esikonsolidointi tarkoittaa maaperän konsolidaatiopainuman aikaansaamista ainakin suurimmalta osalta ennen varsinaista rakentamista. Pohjanvahvistusmielessä on täten ensisijaisesti kysymys lopullisten rakenteiden painumien pienentämisestä. Koska konsolidoitava maakerros on yleensä veden kyllästämä, esikonsolidoituminen merkitsee maan syväkuivatusta. Maapohjan esikonsolidoimismenetelmien perustana onkin vahvistettavan maakerroksen mahdollisimman tehokas ja nopea kuivatus. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.191).

**Ylikuormituksessa** konsolidoitavaa maapohjaa kuormitetaan rajoitetun ajan kuormalla, joka on suurempi kuin lopullisista rakenteista maapohjaan aiheutuva kuorma. Ylikuormituksessa ei kuitenkaan saa ylittää maan kantokykyä. Ylikuormituksen tulisi vaikuttaa maapohjan vedenläpäisevyydestä riippuen noin 0,5...2 vuotta. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.191-192).

**Pystyjoituksella** tarkoitetaan vahvistettavaan maakerrokseen tehtyä pystysuoraa salaojitusta. Pystyjoitus on käyttökelpoinen erityisesti huonosti vettä läpäisevän maapohjan, esimerkiksi paksun savikerrostuman esikonsolidoimisessa, sillä menetelmällä lyhennetään huokosveden poistumismatkaa savessa. Huokosveden poistuminen nopeutuu myös siksi, että vesi virtaa pystyjoitetussa savessa vaakasuoraan ja saven vaakasuuntainen vedenläpäisevyys on pystysuuntaiseen vedenläpäisevyyteen verrattuna yleensä selvästi suurempi. Varsinaisen pystyjoituksen ja huokosveden poistumistien jatkeeksi tarvitaan vielä maanpinnalle tehty suodatinkerros. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.192-193).

Pystyjojat on totuttu aikaisemmin rakentamaan yleensä ns. hiekkaojina, mutta nykyisin on yhä enemmän ruvettu käyttämään hiekkaojiin verrattuna selvästi halvempia liuskaojia. Liuskaojat ovat maahan painettavia, esimerkiksi noin 100 mm levyisiä ja pituussuuntaisesti uritettuja muoviliuskoja, jotka on ympäröity vettäläpäisevillä pahvilla tai suodatinkankaalla. Liuskaoja painetaan maahan usein suojaputken sisällä ja maahanpainaminen tapahtuu traktoriin tai kaivinkoneeseen liitettävällä erityislaitteella. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.193-194).

**Elektro-osmoosi** -menetelmä perustuu maaperän läpi johdettavan sähkövirran kykyyn kuljettaa maaperässä sähköisesti varautuneita vesihiukkasia. Menetelmää on kokeiltu ja käytetty jonkin verran ulkomailla ja se on osoittautunut kalliiksi etenkin suuren sähköenergian kulutuksen vuoksi. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.196).

### Injektointi

Injektoinnilla tarkoitetaan työmenetelmää, jossa maan, entisen rakenteen tai kallion huokostila tahi raot täytetään injektointiaineella tiivistämis- ja vahvistamistarkoituksessa. Maainjektioinnissa injektioaineet kovetuttuaan tai geeliydyttyään pienentävät maan vedenläpäisevyyttä ja/tai suurentavat maan puristus- ja leikkauslujuutta. Injektioaineiksi sopivia ovat mm.

- sementti,
- bentoniittisavi,
- vesilasi,
- bitumiemulsio ja
- kemikalioyhdistelmät. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.196-197).

Sementti on kallioinjektioinnin yleisin injektioaine. Maainjektointi pelkällä sementtillaastilla on meillä melko harvinaista, koska injektoitavan maan minimiraekoon tulisi tällöin olla vähintään 1 mm. Lisähaittana on myös sementtahiukkasten taipumus erottua vedestä (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.197). Injektointiaineena voidaan käyttää myös sementti-bentoniittilaastia ja bentoniittilaastia. (RIL 166, 1986, s.313).

### Stabilointi

**Pintastabiloinnilla** tarkoitetaan maakerroksen pintaosien lujittamista kalkilla, sementillä tai muilla kemikaalioilla. Syvävaikutus on yleensä vain 0,15...0,30 metriä. Pintastabiloinnissa maan pintakerros rikotaan ja muokataan tarpeen mukaan, stabilointiaine sekoitetaan siihen ja kerros tiivistetään. Tämän jälkeen stabilointiaineen reagointi maaraakeiden, veden tai ilman kanssa saa aikaan pintakerroksen lujittumisen. Pintastabiloitujen maakerrosten varaan tehtyjen rakenteiden painumista stabilointi ei sanottavasti vähennä, mikäli stabiloidun kerroksen alla on kokoonpuristuvia kerroksia. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.199).



**Syvästabiloinnilla** tarkoitetaan maapohjan vahvistamista, jossa sideaineen ja maa-aineksen seos muodostaa pystysuuntaisia lieriömäisiä lujittuneita maapilareita. Sideaineena on yleisesti käytetty poltettua kalkkia ja menetelmää on kutsuttu sideaineen mukaisesti kalkkipilarimenetelmäksi. (RIL 166, 1986, s.321).

**Massastabilointi** on menetelmä, jossa pyritään eri sideainein ja sekoitusmenetelmin saavuttamaan maapohjaa suuremmassa mittakaavassa ja pintastabilointia syvemmmältä vahvistava vaikutus. Menetelmän kehitys on alkuvaiheissa.

### **Maan lujitteet**

Maan lujitteilla tarkoitetaan maapohjan tai maarakenteen vahvistamista maahan tehtävillä tai asennettavilla lujiterakenteilla (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.203). Lujitteet vaikuttavat maassa koheesion tavoin: ne tekevät maasta vetoa ja leikkausta paremmin kestävästä materiaalin (RIL 166, 1986, s.337).

**Synteettiset geotekstiili- ja lujitetuotteet** ovat erilaisia tekokuiduista valmistettuja kankaita, huopamaisia levyjä tai verkkoja, joita käytetään maassa seuraavissa tehtävissä (RIL 166, 1986, s.338):

- Maapohjan tai penkereen lujittaminen tarkoituksena lisätä kantavuutta ja vakavuutta, yläpuolisen rakenteen painumien pienentäminen ja painumaerojen tasaaminen.
- Parantamaan jyrkkien luiskien vakavuutta.
- Estämään hienorakeisen, pehmeämmän ja liettyvän pohjamaan sekoittuminen keskenään.
- Vettä läpäisevänä suodattimena, joka estää maaraakeiden kulkeutumisen veden mukana (suodatinkankaat).
- Salaojitusrakenteena, joka läpäisemättömän maakerroksen päällä toimii asennustasossa vettä johtavana rakenteena.

**Juuripaalut** (mikropaalut) ovat erilaisilla menetelmillä valmistettuja pieniläpimittaisia, paikalla valettuja, raudoitettuja betonipaaluja.

**Lujitemaa** -menetelmässä pengermää tuetaan pystysuoraksi seinämäksi toisiinsa liitetyillä betonielementeillä. On käytetty myös metallisia seinäelementtejä sekä erilaisia harkkoja. Elementit tuetaan niihin kiinnitetyillä penkereen sisään jäävillä nauhamaisilla metalliliuskoilla, joiden kitka maan kanssa toisaalta lujittaa pengermaata ja toisaalta ankkuroi elementit (RIL 166, 1986, s.346).

**Maan naulaus** on menetelmä, jossa lujitteina käytetyt tavallisesti halkaisijaltaan 20...30 mm suuruiset terästangot injektoidaan maahan tehtyyn reikään.



### 3.2.3 Kaivantorakenteet

#### Yleistä

Peruskaivanto voidaan tehdä joko luiskattuna tai tuettuna kaivantona. Käytettävä peruskaivannon toteutustapa valitaan ensisijaisesti taloudellisten näkökohtien perusteella, erityisesti kaivantomaaperän geotekniset ominaisuudet ja pohjavesiolosuhteet huomioon ottaen. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.102).

#### Tuetut kaivannot

**Puulankkuseiniä** käytetään peruskaivantojen ja erityisesti johtokaivantojen tukiseinäinä enintään 3...4 metrin syvyisissä kaivannoissa. Tavallisin puinen tukiseinärakenne on kaivannon poikki tuettu pystysuora lankutus. Lankutus tehdään harvana tai tiiviinä särmälankutuksena tai useimmiten uralankutuksena ns. vesiponttilankuista. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.111).

**Seinäelementeillä** voidaan tukea kapeita kaivantoja. Elementit ovat valmiita 2...4 metrin korkuisia ja teräs- tai osittain puurakenteisia. Rakenne lasketaan kaivannon pohjalle ja tuet kiristetään. Elementtejä käytettäessä voidaan vähentää tuentamateriaali- ja työ kustannuksia edellyttäen, että elementeillä on jatkuvaa tai usein toistuvaa käyttöä. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.112-113).

**Teräsponttiseinä** muodostuu pystysuorista teräsponttilankuista, jotka ponttirakenne sitoo toisiinsa jopa vesitiiviisti. Teräsponttilankkujen muoto- ja kokovalikoima on laaja ja ne voidaan ryhmitellä mm. kevyisiin, raskaisiin ja erikoisprofiileihin. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.113).

Teräslankut upotetaan maahan yleensä samantyyppisellä kalustolla kuin lyöntipaalut. Lankut lyödään ohjauskehän läpi, jotta ne saadaan pysymään halutussa suunnassa. Ponttiseinien vesitiiviys on yleensä hyvä, kun ankkurireiät tukitaan. Yleensä lankkuja ei saada tunkeutumaan kallioon asti, joten seinän alaosan tiiviys on varmistettava ulkopuolisella injektoinnilla tai sisäpuolella valettavalla juuripalkilla. (RIL 166, 1986, s.471).

**Settiseinä** muodostuu maahan pystysuoraan lyötävistä teräspalkeista ja näiden välille asennettavasta vaakasuuntaisesta lankutuksesta. Settiseinää käytetään sekä matalien että syvien kaivantojen tuennassa etupäässä kitkamaalajeissa. Settiseinä ei ole vesitiivis, joten syvissä kaivannoissa joudutaan usein suorittamaan lisäksi pohjavedenalennus. (RIL 166, 1986, s.471).

**Patoseinät** ovat betonista valamalla maahan tehtäviä tukiseiniä. Seiniä käytetään, kun joudutaan tukemaan hyvin syviä kaivantoja ja kun kaivannon tulee olla vesitiivis. Patoseinien rakentaminen muodostuu yleensä kannattavaksi vain, jos seinää voidaan käyttää osana pysyvää rakennetta. (RIL 166, 1986, s.472). Patoseinät voidaan rakentaa joko paaluseinäinä tai kaivantoseinäinä.

Paaluseinät muodostuvat maan sisään vierekkäin tehdyistä kaivinpaaluista siten, että vierekkäisten paalujen k/k-etäisyys on noin 0,7 kertaa paalun halkaisija. Ensimmäisessä vaiheessa kaivetaan ja valetaan seinälinjalle joka toinen paalu raudoittamattomana. Raudoittamattomien paalujen väliin tehdään raudoitetut paalut, jotka leikkaavat osittain raudoittamattomat paalut siten, että muodostuu yhtenäinen tiivis paaluseinä. (RIL 166, 1986, s.473).

Kaivantoseinät muodostuvat maan sisään valetuista 4...7 metrin levyisistä teräsbetonipaneeleista, jotka tehdään yksi kerrallaan. Paneelin paksuus on yleisimmin 0,6...1 metriä. Kerralla kaivettavan seinäosan leveys riippuu maalajista ja ympäröivien rakenteiden aiheuttamasta maanpaineesta. Kaivanto pidetään avoinna työnaikaisesti bentoniittilietteellä, joka stabiloi kaivannon seinämät. Lietettä kierrätetään ja puhdistetaan hienoaineksesta jatkuvasti kaivantotyön ajan. Kun seinäosa on valmiiksi kaivettu, asennetaan kaivantoon esivalmistettu raudoituselementti. Panelien välisiin työsaumoihin asennetaan valmiit liitoselementit tai valumuotit, joiden avulla seinä saadaan ponttimaiseksi ja siten vesitiiviiksi. Betonin valu suoritetaan valuputken kautta contractor -valuna kaivannon pohjaosasta alkaen. (RIL 166, 1986, s.473-474).

### 3.2.4 Ankkurointi

Ankkureita voidaan käyttää esimerkiksi syvien kaivantojen tukemiseen, maa- ja kallioluiskien vakavoittamiseen, korkeiden rakenteiden ja erilaisten perustusten ankkurointiin sekä patojen ja kalliotunneleiden lujittamiseen (RIL 166, 1986, s.503).

Ankkureita kutsutaan tavallisesti maa- tai kallioankkureiksi kiinnityskohteen mukaan. Ankkuriteräkset kiinnitetään toisesta päästä injektoimalla maahan tai kallioon ja toinen pää lukitaan ankkuroitavaan rakenteeseen. Ankkurit esijännitetään hydraulipuristimilla. Pienet ankkurit kuten kalliopultit voidaan jännittää momenttiavaimilla. Jännittämättömään ankkuriin syntyy vetovoimia rakenteiden siirtymien kautta. (RIL 166, 1986, s.503-504).

### 3.2.5 Perustusten saneeraus

Rakennusten vanhojen perustusten saneeraus voi tapahtua monella tavalla. Näitä tapoja ovat mm. perustusten vahvistaminen, perustusten leventäminen ja syventäminen, perustusten korvaaminen uusilla, lamellointi (maamassan vaihto kaistoittain betoniin), erilaiset paaluratkaisut ja maapohjan lujittaminen. (RIL 166, 1986, s.555-561). Peruskorjauskohteen pohjarakennusratkaisut suunnitellaan poikkeuksetta "räätälintyönä" ko. kohteeseen, koska paikalliset olosuhteet vaihtelevat ja niihin liittyy aina paljon suunnittelussa ja rakentamisessa huomioitavia erityispiirteitä (RIL 166, 1986, s.561).

### 3.3 UUDET POHJARAKENNUSMENETELMÄT

#### 3.3.1 Yleistä

Uusien pohjarakennusmenetelmien kartoittamiseksi tutkittiin alan ammattilehtiä, haastateltiin suunnittelijoita sekä paneuduttiin pohjarakentamisen tiimoilta pidettyjen konferenssien julkaisuihin. Lisäksi vierailtiin Saksassa Münchenissä tutustumassa kansainvälisen Bauma'95 messun antiin pohjarakentamisen menetelmien, koneiden ja materiaalien osalta.

Etsintävaiheen tuloksena esitettiin 27:n erilaisen pohjarakennusmenetelmän periaate (liite 1). Näistä menetelmistä valittiin kuusi jatkotarkastelua varten sekä päätettiin keskittyä myös syvästabiloinnin kehittymismahdollisuuksien kartoittamiseen. Näin ollen tarkemmin tarkastellut seitsemän pohjarakennusmenetelmää ovat:

- Maan naulaus
- Suihkupaalutus
- Manta-Ray - maa-ankkuri
- Mikropaalut
- Vibro-compozer / Sand Compaction Pile
- Massasyvästabilointi
- Syvästabilointi

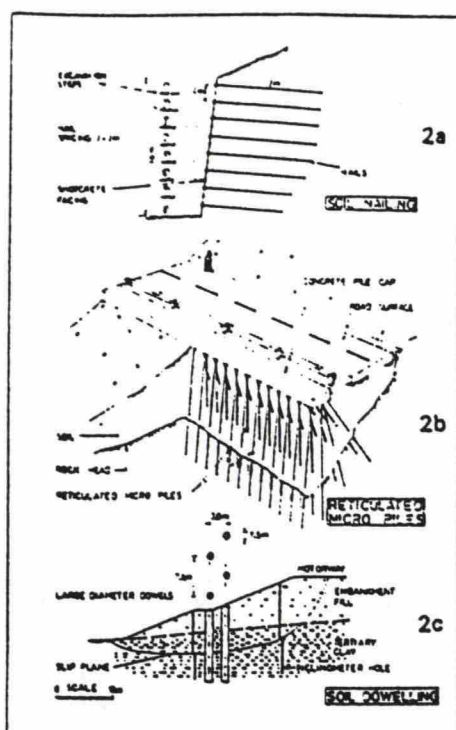
#### 3.3.2 Maan naulaus

##### Yleistä

Metalliset maahan asennettavat georakenteet voidaan jakaa kahteen ryhmään: paaluihin ja paikan päällä tapahtuvaan maan lujittamiseen. Paalut tukevat niihin suoraan tulevaa kuormaa, kun taas lujitteet toimivat tasapainottaen maan omaa kuormaa ja mahdollista ylikuormitusta maan pinnalla. (Bruce & Jewell, 1986, s.10)

Paikan päällä tapahtuva maan lujittaminen voidaan edelleen jakaa kolmeen kategoriaan. Nämä ovat naulaus, verkkomainen mikropaalutus ja vaarhaus (tapitus). (Bruce & Jewell, 1986, s.11). Seuraavassa kuvassa on vertailtu näitä kolmea tekniikkaa.





Kuva 17 Maan lujittamisen tekniikat (Lähde: Bruce & Jewell, Soil Nailig: Application and Practice - part 1, Ground engineering 10/86, 1986, s.10)

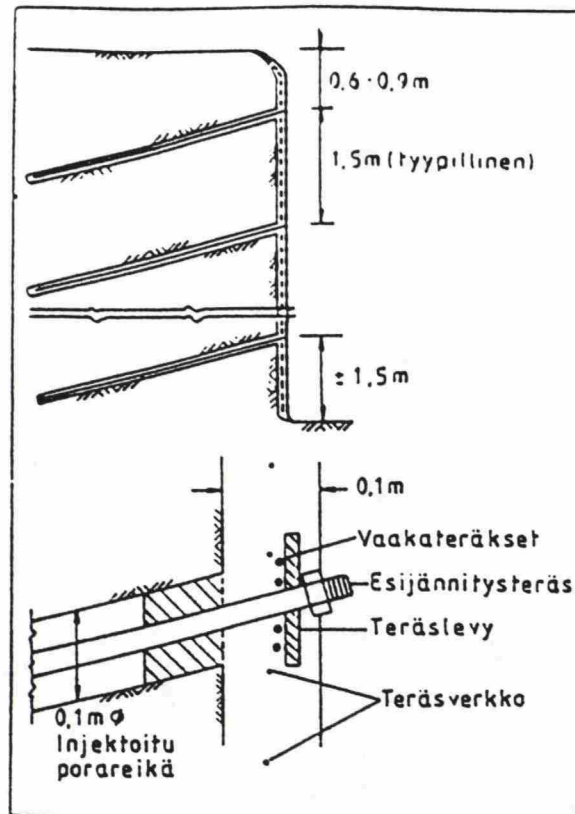
Edellä esitellyistä menetelmistä maan naulaus tulee kyseeseen erityisesti silloin, kun vahvistettava kohde on kaivettava jyrkkä luiska homogeenisessa rakeisessa maassa (Bruce & Jewell, 1986, s.11). Tällöin tehokkainta on asentaa naulat verhouksen läpi miltei vaakasuorassa asennossa.

### Menetelmä

Maan naulaus tunnetaan menetelmänä Suomessa ja sitä on sovellettu joissakin kohteissa. Menetelmän kehitystyö on tapahtunut pääasiassa Ranskassa, Länsi-Saksassa ja Yhdysvalloissa sekä viime vuosina myös Italiassa.

Maan naulauksella tarkoitetaan menetelmää, jossa lujitteina käytetyt tavallisesti halkaisijaltaan 20...30 mm suuriset terästangot injektoidaan maahan tehtyyn reikään. Menetelmää on käytetty mm. rinteiden vakavuuden parantamiseksi ja kaivantojen tukiseinien tukemiseen. (RIL 166, 1986, s.344). Naulat voidaan tehdä myös injektoimatta lyömällä maahan.

Naulojen pituus on noin puolet lopullisen kaivannon syvyydestä. Naulojen pituus ja tiheys määräytyy kuormittavan maanpaineen ja kaivannon vakavuuden perusteella. Kaivanto tehdään kaivamalla vaiheittain n.1.5 metriä edellisen kaivutason alapuolelle. Lujitteiden asentamisen jälkeen tehdään tukirakenteeksi esimerkiksi noin 0,1...0,15 metriä paksu verkkorauδοitettu ruiskubetoniseinä. (RIL 166, 1986, s.345). Tukirakenteena voidaan käyttää myös erilaisia elementtirakenteita.



Kuva 18 Naulausmenetelmällä tuetun kaivannon periaate (Lähde: RIL 166 - Pohjarakenteet, Helsinki, 1986, s.345)

Naulatun rakenteen toiminta täytyy tarkastaa ottaen huomioon sekä luiskan ulkoiset että sisäiset voimat (Bruce & Jewell, 1986, s.11). Maan naulauksen menetelmää on käytetty sekä kitka- että koheesiomaissa (Näätänen, 1992, s.93).

Toisin kuin maa-ankkurit, naulat toimivat koko pituudellaan. Maa-ankkurit jännitetään asennuksen jälkeen, kun taas naulat "aktivoituvat" tuetussa seinämässä tapahtuvan pienen muodonmuutoksen seurauksena. Edelleen verrattuna maa-ankkureihin naulauksessa on se ero, että naulojen suuresta tiheydestä johtuen yksittäisen naulan pettäminen ei vaaranna rakenteen toimintaa siinä määrin kuin yksittäisen maa-ankkurin pettäminen. Maa-ankkurit vaativat myös, suuremmasta pituudestaan johtuen, mittavamman asennuslaitteiston kuin naulat. (Bruce & Jewell, 1986, s.11-12).

Muihin maan lujittamisen tekniikoihin verrattuna maan naulauksen suurimmat erot ovat:

- Maan naulauksen menetelmällä rakennettava seinämä tehdään ylhäältä alaspäin, kun taas muut maan lujittamismenetelmät perustuvat alhaalta ylöspäin tapahtuvaan rakentamiseen.
  - Naulat tunkeutuvat luonnontilaiseen maahan, jota ei ennalta voi valita.
  - Naulat tehdään usein injektioimalla, jolloin kuorma siirtyy maahan injektointiaineen välityksellä. Muissa lujitusmenetelmissä kuorma siirtyy suoraan metallisen lujitteen vaipan kautta maahan.
- (Bruce & Jewell, 1986 s.12).

Maan naulauksella saavutettavia etuja ovat:

- Taloudellisuus - Eurooppalaisten asiantuntijoiden mukaan 10 metriä syvässä kaivannossa saavutetaan 10-30 prosentin säästö verrattuna tavanomaiseen ponttiseinään.
- Kaluston kätevyys - Porausvaunut naulojen asentamiseksi ja ruiskubetonoinnin välineet ovat suhteellisen pieniä, helposti liikuteltavia ja hiljaisia.
- Rakentamisen joustavuus - Naulaus on nopeaa ja kaivanto voidaan muotoilla helposti.
- Suorituskyky - Kenttäkokeet osoittavat, että naulojen aktivoitumiseksi vaaditut siirtymät ovat hämmästyttävän pieniä. (Bruce & Jewell, 1986, s.12).

Maan naulauksen käytölle asettavat rajoitteita mm. seuraavat seikat:

- Naulaustekniikka vaatii 1-2 metrin paksuisen maakerroksen leikkauksen kerrallaan. Jotta kaivu onnistuisi, pitää kaivettavalla maalla olla sen verran "omaa stabiliteettiä", että kaivanto ei sorru kaivun eri vaiheissa.
- Ruiskubetonointi pohjaveden pinnan alapuolella kosteaan luiskapintaan on vaikeaa.
- Pehmeissä savissa tarvittavien naulojen tiheys ja pituus kasvavat niin, että menetelmä muuttuu epätaloudelliseksi ja jopa teknisesti soveltumattomaksi. (Bruce & Jewell, 1986, s.13).

Naulatun rakenteen suunnittelu voidaan jakaa seuraaviin osatehtäviin:

- 1 Lasketaan vahvistetun maaluiskan kokonaisstabiliteetti potentiaalista liukupintaa pitkin, tarkistetaan vahvisteisiin kohdistuvat veto- ja taivutusjännitykset sekä vahvisteiden ja maan yhteistoiminta.
- 2 Määritetään rakenteen käyttötarkoituksen kannalta hyväksyttävät siirtymät.
- 3 Suunnitellaan pysyvät rakenteet niin, että materiaaleille esitettävät kestävyysvaatimukset täyttyvät (esim. korroosiosuojaus).
- 4 Otetaan huomioon ympäristökysymysten ja arkkitehtuurin vaikutukset suunnitteluun.
- 5 Mitoitetaan verhousrakenne. (Näätänen 1992, s.103).

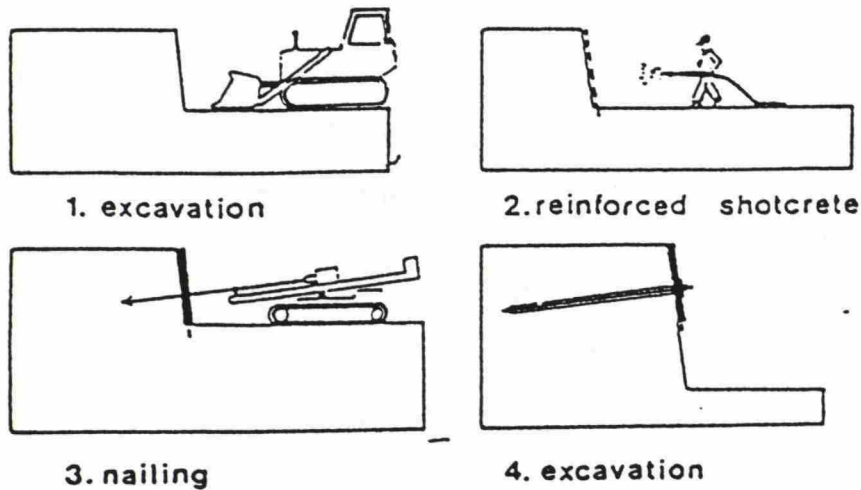
## Rakentaminen

Työjärjestys naulausta rakennettaessa on yleensä seuraava:

- 1 Kaivu 1-2 metrin kerroksissa
- 2 Mahdollinen luiskan verhous esim. ruiskubetonilla
- 3 Naulaus terästankoja käyttäen ja naulojen "juottaminen" (grouting)

Työvaiheiden 2 ja 3 järjestys riippuu myös käytettävästä luiskan verhous menetelmästä. (Näätänen 1992, s.94).





Kuva 19 Työjärjestys naulausta rakennettaessa (Lähde: Näätänen, Pehmeikölle rakennettavien tieleikkausten geotekniset laskelmat, 1992, s.94)

Naulausta varten tarvittavan työskentelytilan tulee olla vähintään 6 metriä leveä. Kaivettavan osan leveys määräytyy yleensä sen mukaan, kuinka suuri luiska-alue yhdessä työvuorossa voidaan lujittaa. (Bruce & Jewell, 1987, s.31).

Ruiskubetonoimalla tehdyn pintarakenteen paksuus vaihtelee välillä 50...150 mm tilapäisissä rakenteissa ja välillä 150...250 mm pysyvissä rakenteissa. Pinta voidaan rakentaa yhdessä, kahdessa tai useammassa kerroksessa riippuen naulojen tyypistä ja rakennusjärjestyksestä. Sekä kuiva- että märkämenetelmää voidaan käyttää ruiskubetonipintaa tehtäessä. (Bruce & Jewell, 1987, s.31).

Ruiskubetonoimalla tehty pintarakenne vaatii kuivatusjärjestelmän, jonka mitoitus riippuu vallitsevista pohjavesiolosuhteista sekä jäätymisen mahdollisuudesta. Pintarakenteen arkkitehtoniset seikat voidaan ottaa huomioon erikseen tehtävällä ohuella ruiskubetonikerroksella, johon voidaan lisätä väriainetta tai käyttää suurempaa raekokoa betonissa karkeamman pinnan aikaansaamiseksi. (Bruce & Jewell, 1987, s.31).

Eri tyyppiset naulat voidaan jakaa ryhmiin materiaalin ja niiden asentamiseen käytetyn työmenetelmän perusteella seuraavasti:

- Lyödyt naulat (driven nails),
- juotetut naulat (grouted nails) ja
- suihku-juotetut naulat (jet-grouted nails). (Näätänen 1992, s.94-95).

Naulatyyppiä valittaessa on erityistä huomiota kiinnitettävä pysyvien rakenteiden osalta naulojen korroosiosuojaukseen.

## Toteutettuja kohteita

Maan naulaus tekniikkana perustuu 1960-luvulla kehitettyyn uuteen tunnelointimenetelmään (New Austrian Tunneling method). Tämä menetelmä yhdisti ruiskubetonoinnin ja maan lujittamisen teräksisillä lujitteilla. Tarkoituksena oli aikaansaada nopeasti riittävä stabiliteetti tunnelin kaivamista varten pehmeissä maissa. (Bruce & Jewell, 1986, s.13).

Vuonna 1972 ranskalaiset urakoitsijat Bouyques ja Soletanche sovelsivat tätä menetelmää 70° kulmassa kaivetun luiskun tukemiseen. Suuren (12000 m<sup>2</sup>), hiekkamaahan tehdyn, luiskun tukemiseen käytettiin injektoituja nauloja (25000 kpl). Tämän kohteen katsotaan olleen ensimmäinen maan naulaus - tekniikalla toteutettu kohde. (Bruce & Jewell, 1986, s.13-14).

Tämän pilottikohteen jälkeen menetelmällä on toteutettu useita kohteita eri maissa. Bruce ja Jewell (1987, s.22-23) ovat listanneet toteutettuja kohteita liitteessä 2 esitetysti.

Analysoitaessa toteutettuja kohteita havaitaan, että kokemukset koheesiomaissa toteutetuista kohteista ovat vähäisiä, mutta että jopa pysyviä rakenteita savimaissa on rakennettu. Tällöin tietenkin naulojen pituus, koko ja tiheys kasvavat verrattuna kitkamaassa toteutettuihin kohteisiin.

## Soveltuvuus- ja markkina-arvio

Maan naulausta on käytetty menestyksellä työnaikaisena ja pysyvänä rakenteena, uudessa rakenteessa ja korjausrakentamisessa sekä kaupunki- että maalaisympäristössä. (Bruce & Jewell, 1986, s.15).

Uuden rakenteen tapauksessa käyttökohteet ovat:

- tukimuurit,
- luiskien vahvistaminen ja
- tunnelien sisäänkäyntiaukot.

Korjausrakentamisessa sovellusalueet ovat:

- vahvistettujen maaseinien korjaus,
- muurattujen tukiseinien korjaus,
- sortuneiden luiskien korjaus ja
- ankkuroitujen seinien korjaus. (Bruce & Jewell, 1986, s.15).

Naulauksen soveltaminen Suomessa pehmeikölle leikattavien luiskien vahvistamiseen vaatii vielä tutkimuksia toimintamekanismien, tarvittavien parametrien ja sopivien laskentamenetelmien selvittämiseksi (Näätänen 1992, s.117). Myös naulojen tyyppin, pintarakenteen ja työtekniikoiden soveltuvuudet on tutkittava.

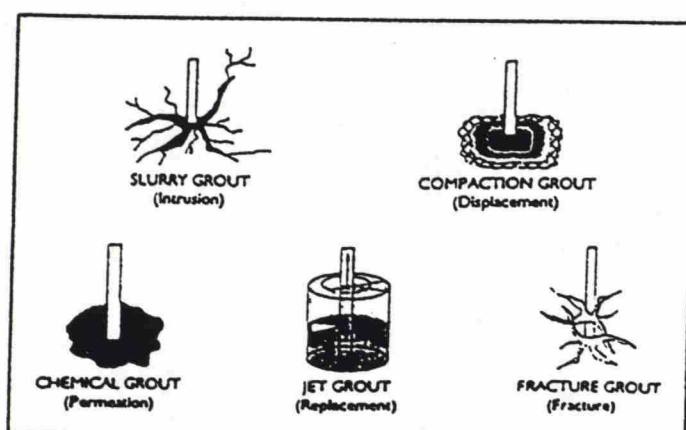
Naulauksella on Suomessa toteutettu ainakin joitakin tunneleiden sisäänkäyntiaukkoja ja vahvistettuja luiskia. Menetelmän soveltuvuus ja hintakilpailukyky teräsponttina toteutettaviin kohteisiin verrattuna näyttää kohtuulliselta. Myös pysyvien luiskarakenteiden ja tukimuurien osalta menetelmällä voidaan saavuttaa kilpailuetua kaivu- ja täyttötöiden vähenemisen myötä.

### 3.3.3. Suihkupaalutus

#### Yleistä

Pohjarakentamisessa tekniikalla, jolla voidaan ratkaista monia ongelmia ja jota voidaan käyttää eri maalajeissa, on usein paljon sovellusmahdollisuuksia. Suihkupaalutus (engl. Jet Grouting, saks. Hochdruckinjektion) on tällainen tekniikka.

Suihkupaalutus tekniikkana on osa injektioimalla tapahtuvaa maan vahvistamista. Injektointimenetelmät voidaan jakaa viiteen eri tyyppiin: tunkeutuvaan (intrusion), läpäisevään (permeation), syrjäyttävään (displacement), korvaavaan (replacement) ja hajottavaan (fracture) injektointiin (Welsh & Burke 1991, s.334).

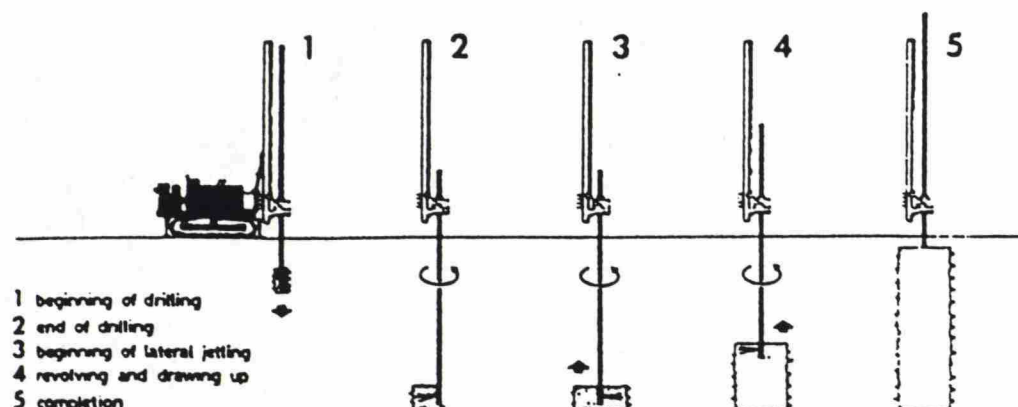


Kuva 20 Viisi injektoinnin tyyppiä. (Lähde: Welsh & Burke, Jet Grouting - Uses for soil improvement, teoksessa: GEC -91 - vol 1, s.335)

#### Menetelmä

Suihkupaalutus on menetelmä, jossa korkeapaineisella, pieniläpimittaisella suihkulla leikataan ja osittain syrjäytetään maalajista riippuen maakerros, johon suihku on suunnattu ja johon sekoitetaan sementtisuspensio. Suihkutus tehdään maahan porattujen tankojen karkiosaan sijoitettujen suuttimien kautta. Pyörittämällä ja nostamalla suihkua saadaan aikaiseksi pyöreä maabetoni kappale, jossa maa-aines toimii runkoaineena ja sementtisuspensio sitovana ainesosana. Muodostuvaa kappaletta voidaan pitää raudoittamattomana betonirakenteena. Käytetyt suihkun paineet ovat välillä 30...60 MPa (300...600 bar). (Viitala 1993, s.3).

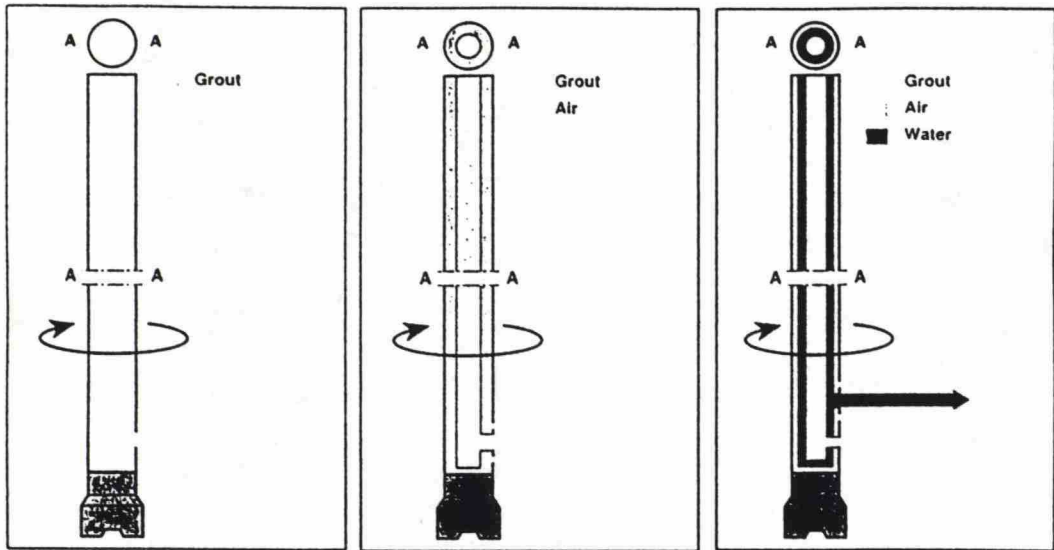




Kuva 21 Suihkupaalutuksen vaiheet: 1- Porauksen aloitus, 2- Porauksen lopetus määräsyyvyteen, 3- Suihkutuksen aloitus, 4- Pyöritys ja nosto, 5- Lopetus (Lähde: Aschieri ym., Case history of a cut-off wall executed by Jet-grouting, Teoksessa: ECSMFE -83 -vol 1, s.121)

Suihkupaalutuksesta on kehitetty kolme perussysteemiä: yhden, kahden tai kolmen faasin menetelmä. Yhden faasin menetelmässä sementtiliete injektoidaan suurella nopeudella maahan, jolloin muodostuu maan ja sementin yhdistelmä, jonka lujuus ja lopputuotteen tasaisuus riippuu maalajista ja maan tiiviyydestä. Kahden faasin menetelmässä sementtiliete ympäröidään korkeapaineisella ilmalla, jolloin suihkun leikkauskyky paranee. (Welsh & Burke 1991, s.336).

Tehokkain kolmesta suihkutusmenetelmästä on kolmen faasin menetelmä. Tässä menetelmässä ilman ympäröimä korkeapaineinen vesi leikkaa ja nostaa maata. Tyhjä tila täytetään sementtilietteen kanssa. Menetelmää voidaan käyttää siten, että maa joko sekoittuu sementtilietteen kanssa tai se siirretään pois ja korvataan sementtilietteen kanssa. (Welsh & Burke 1991, s.336).

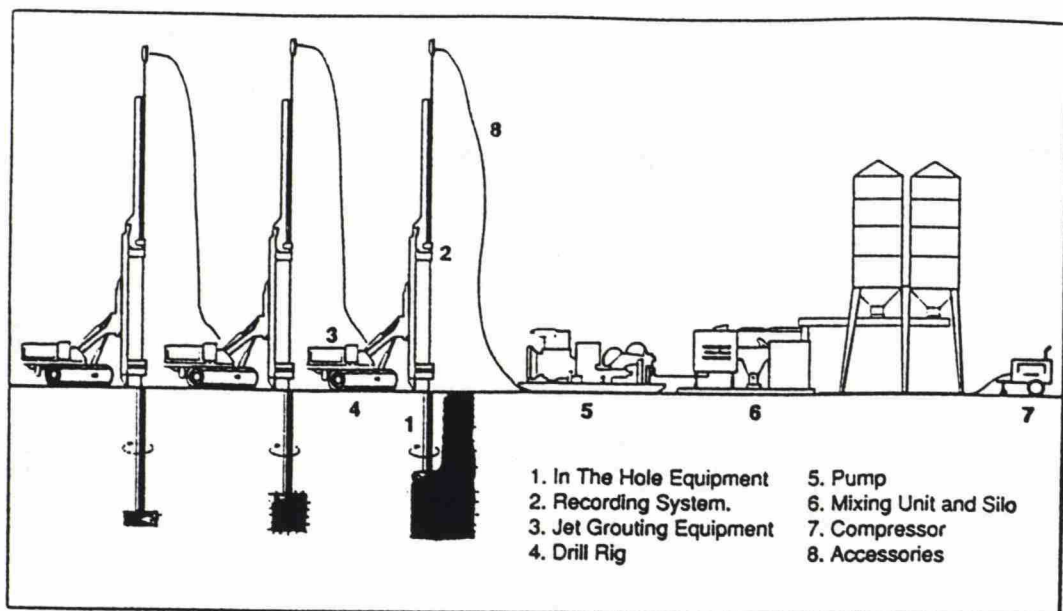


Kuva 22 Kaaviokuva suihkupaalutuksen kolmesta tavasta (Lähde: Oy Atlas Copco Louhintatekniikka Ab - Tuote-esite)

## Kalusto

Suihkupaalutuskalusto muodostuu seuraavista osista:

- 1 Porakaluston tangot ja kärkikruunu, jotka ovat erikoisvalmisteisia korkeapaineista suihkutusta varten. Suutinosan suuttimien lukumäärä ja läpimitta vaihtelevat valmistajan ja käytetyn suihkutustavan mukaan.
- 2 Poravaunu, jossa on automatiikka tankojen nosto- ja pyöritysnopeuden ohjaukseen sekä mittari porausreikään menevän sideaineen paineelle.
- 3 Konventionaalinen porakalusto, jota käytetään yleensä ankkuri- ja injektointitekniikassa.
- 4 Poravaunu.
- 5 Kiinteä korkeapainepumppukeskus, jossa on automaattinen pumppupaineen ja injektointisuspensiomäärän rekisteröinti.
- 6 Kiinteä sekoituslaitos, jossa on elektronisesti ohjattu annostelu, välisäiliö sekoittamiseen ja sementtisiilot.
- 7 Kompressor.
- 8 Korkeapaineletkut, jotka on valmistettu paksusta teräskudoksesta.



Kuva 23 Suihkupaalutuskaluston osat (Lähde: Oy Atlas Copco Louhintatekniikka Ab - Tuote-esite)

### Toteutettuja kohteita

Suihkupaalutus menetelmänä keksittiin ja sen alkukehitys tapahtui Englannissa 1960-luvulla, mutta suurin osa tutkimuksesta ja kehityksestä tapahtui 1970-luvulla Japanissa. Eurooppaan menetelmä tuli 1970-luvun lopulla. (Welsh & Burke 1991, s.336).

Kolmen faasin menetelmällä toteutettava suihkupaalutus tarjoaa ratkaisun moniin geoteknisen rakentamisen ongelmiin, koska toisin kuin muissa injektioinneissa, maalaji ei normaalisti ole rajoittava tekijä tässä menetelmässä (Welsh & Burke 1991, s.336). Liitteessä 3 on esitetty kohteita, joita on toteutettu suihkupaalutustekniikalla. Kohteita on toteutettu monenlaisissa maalajeissa ja menetelmää on sovellettu moneen eri tarkoitukseen.

### Soveltuvuus- ja markkina-arvio

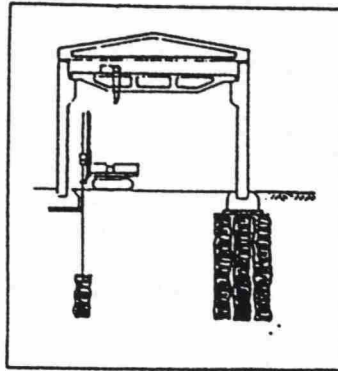
Suomen geologiset olosuhteet ovat osin erilaiset verrattuna maihin, joissa suihkupaalutuksesta on pääasiallinen kokemus. Suomen maaperäolosuhteita vallitsevat tuoreet glasiaaliset maakerrokset, kivet ja kallioperä, joka on pinnassa ja joka on kovaa. Täysin päinvastaiset olosuhteet vallitsevat Keski-Euroopassa. Tällaiset pehmeät ja erityisesti vesipitoisuudeltaan lähellä juoksurajaa olevat juoksettuvat savet ovat suihkupaaluttajille vielä tuntemattomia. (Viitala 1993, s.73).



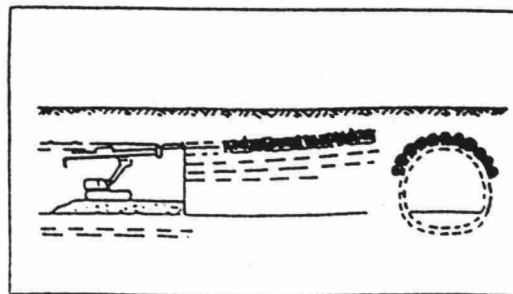
Suihkupaalutuksen käyttöalueet ovat hyvin monipuoliset:

- jo valmiiden rakennusten tuennat ja perustusten vahvistaminen,
  - jo valmiiden rakennusten maaperän parannus ja perustusten syventäminen tai leventäminen, kuormituksen lisääntyessä tai painumien rajoittamisessa,
  - pystysuorat tiivistysseinät,
  - kaivantojen pohjatiivistykset,
  - kaivokuilujen valmistaminen,
  - tunnelin tiivistämiseen ja vahvistamiseen tulevat vaakasuorat verhousinjektoinnit sekä
  - kaivinpaaluseinissä paalujen välien tiivistysinjektointi.
- (RIL K125, 1990, s.185-186)

Näiden sovellusalueiden "sisällä" on vielä monia toteutuskelpoisia sovellusalueita. Esimerkkeinä mainittakoon vanhojen kaatopaikkojen tiivistämisratkaisut, saastuneen maan eristäminen ja/tai puhdistaminen, louhetäyttökerroksen alla olevan savikerroksen stabilointi sekä tunnelin ulkopuolelta tapahtuva suihkupaalutus tunnelikohteissa.



Kuva 24 Suihkupaalutus perustusten vahvistamisessa (Lähde: RIL K125: Erikoispaalut rakentamisessa, 1990, s.185)



Kuva 25 Suihkupaalutus tunnelin vahvistamisessa verhousinjektointina (Lähde: RIL K125: Erikoispaalut rakentamisessa, 1990, s.185)

Suihkupaalutuksen kaluston perustaksi käy hyvin konventionaalinen porakalusto, jota käytetään yleensä ankkuri- ja injektointitekniikassa. Perustusten vahvistamiseen liittyvät työt tapahtuvat kuitenkin usein ahtaissa tiloissa, jolloin kalustonkin pitää olla kooltaan soveltuva.

Investointina suihkupaalutuskaluston hankkiminen on mittava Suomen nykyisiin pieniin markkinoihin nähden, sillä jo pelkkä korkeapainepumppu saattaa maksaa 700000...1100000 markkaa (Colombo, 1995). Tosin markkinat saattavat jonkin verran kasvaa, kunhan suunnittelijat oppivat tuntemaan uuden menetelmän. Markkina-alueena ei sovi unohtaa myöskään Pietaria, sillä perustusten vahvistamisen tarve alueella saattaa olla mittava lähitulevaisuudessa.

### 3.3.4 Manta-Ray - maa-ankkuri

#### **Yleistä**

Peruskaivantojen kaivua ja kaivannoissa tehtäviä perustustöitä haittaavista kaivannon sisäpuolisista tukirakenteista vapaudutaan kokonaan, kun kaivanto tuetaan tukiseinien ulkopuolelta. Tällainen tuenta tapahtuu aina jonkinlaisin ankkurirakentein.

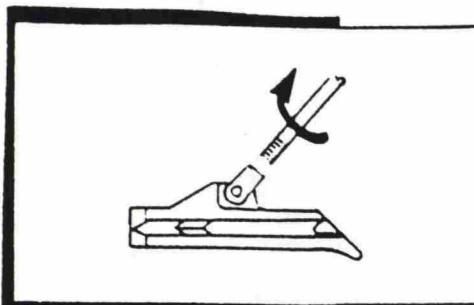
Ankkurituenta ja riittävän jäykkiä tukiseiniä kuten patoseiniä käyttäen saadaan aikaan lähes täysin liikkumattomat tukiseinät, jolloin kaivanto voidaan tehdä varsin lähelle vanhoja ja liikkumiselle arkoja rakenteita. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.133).

Maa- ja kallioankkurit on tehty miltei poikkeuksetta injektoituina. Injektoiduilla ankkureilla saavutetaan suurempi lujuus kuin esimerkiksi laatta-ankkureilla, ja ne voidaan asentaa ilman kaivutöitä kaivannosta käsin. Viime aikoina on esitetty erilaisten mekaanisten maa-ankkureiden käyttämistä. Muiden muassa kairojen ja muiden kierteellisten ankkureiden käyttöä on esitetty. Tässä kappaleessa esitellään yksi mekaanisen ankkurin tyyppi: Manta Ray® tuotemerkillä Yhdysvalloissa kaupattava kääntyvään niveleen perustuva kolmionmuotoinen ankkuri.

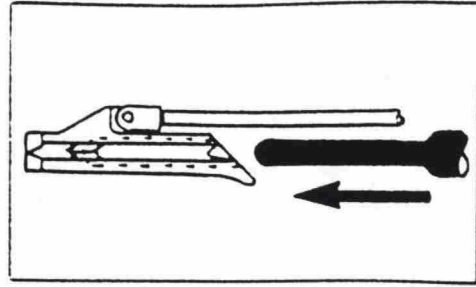
#### **Menetelmä**

Manta Ray maa-ankkurin toimintaperiaate on esitetty kuvassa 26. Ankkurin toiminta perustuu helppoon asennukseen, jolloin kolmionmuotoinen ankkurilevy on samansuuntainen asennussuunnan kanssa, ja kääntyvään niveleen, joka kääntää ankkurilevyn ankkuria jännitettäessä.

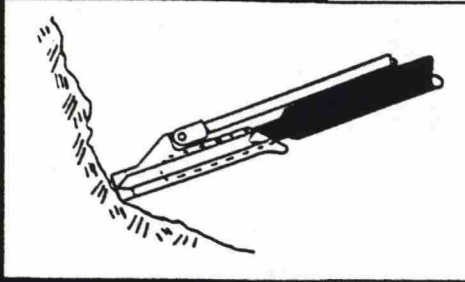
Manta Ray maa-ankkurin asentaminen tapahtuu kuudessa eri vaiheessa, jotka on myös esitetty seuraavassa kuvassa. Pienimpien ankkureiden asennus voi tapahtua käsin paineilmapasarella kun taas suurimmat voidaan asentaa esimerkiksi kaivinkoneella iskemällä tai hankalissa oloissa valmiksi porattuun reikään.



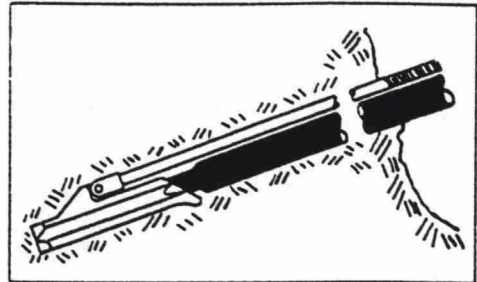
1. Thread anchor rod into Manta Ray.



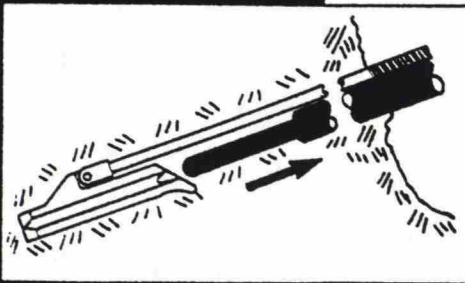
2. Insert drive steel into anchor.



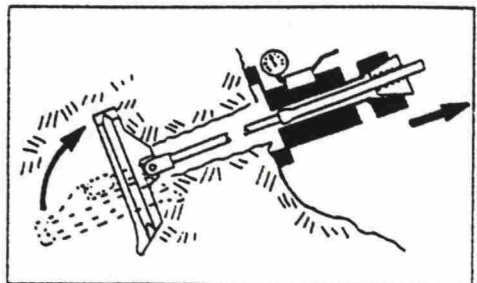
3. Position anchor at proper location and angle.



4. Drive anchor to proper depth.



5. Remove drive steel



6. Use load locker to proof anchor into load lock position.

Kuva 26 Manta Ray maa-ankkurin toimintaperiaate ja asennusvaiheet (Lähde: Foresight products inc., Tuote-esite)

### Soveltuvuus- ja markkina-arvio

Maa-ankkureiden käyttö on Suomessa vähäisempää kuin kallioankkureiden käyttö. Mikäli kallion pinta on kohtuullisella etäisyydellä, ankkurointi pyritään ulottamaan kallioon saakka. Mekaanisten maa-ankkureiden käyttö on Suomessa vielä hyvin vähäistä.

Yhdysvalloissa Manta Ray maa-ankkurilla on toteutettu muiden muassa erilaisia tukiseinien, eroosiosuojien ja maanpäällisten kevyiden rakenteiden ankkurointeja.



Manta Ray maa-ankkurin mallilla MR-SR saavutetaan karkearakeisessa maassa vetolujuuksia noin luokkaa 80-100 kN. Tämä on vain noin 20 prosenttia normaalilla injektoitavalla maa-ankkurilla saavutettavista vetolujuuksista. Jos arvioidaan yhden injektoidun maa-ankkurin, pituudeltaan 10 metriä, vastaavan viittä Manta Ray maa-ankkuria päästään materiaali- ja asennuskustannuksia vertaamalla tulokseen, jonka mukaan hintataso molemmilla ratkaisuilla on noin 3000 - 4000 mk. Suurta eroa suuntaan tai toiseen ei synny.

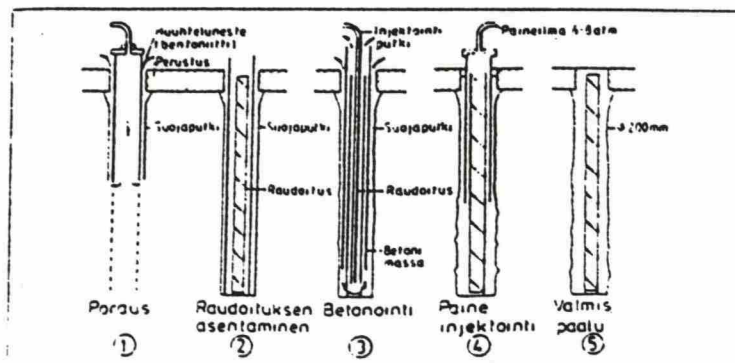
Manta Ray maa-ankkurin soveltuvuus Suomen oloihin kitkamaiden maa-ankkurina kuormien ollessa pieniä näyttää hyvältä. Asennuksen nopeus tekee menetelmästä kilpailukykyisen injektotuihin maa-ankkureihin nähden. Ankkurin soveltuvuus esimerkiksi maan naulaus tekniikalla tehtäviin kaivantoihin tulee selvittää, mikäli ankkurin käyttöönottoa harkitaan.

### 3.3.5 Mikropaalut/ juuripaalut

#### Yleistä

Juuripaalut (mikropaalut) ovat erilaisilla menetelmillä valmistettuja pieniläpimittaisia, paikalla valettuja, raudoitettuja betonipaaluja. Juuripaalu voidaan valmistaa esimerkiksi kuvan 27 esittämällä tavalla. Työputki kierretään tai isketään maahan ja tyhjennetään huuhtelulla. Suojaputken sisään asennetaan paalun rauditus. Betonointi suoritetaan contractor-valuna ja samanaikaisesti betonoinnin kanssa nostetaan työputkea. Betonimassa tiivistetään paineilmalla, jolloin paalun ja maan välinen kontakti paranee. (RIL 166, 1986, s.342).

Juuripaaluja on käytetty kohteissa, joihin normaali paalutus ei esimerkiksi tärinän, melun tai rajoitetun työtilan vuoksi sovellu. Menetelmää voidaan käyttää mm. vanhojen perustusten vahvistamiseen ja kaivuluiskien ja luonnon rinteiden stabiloimiseen (RIL 166, 1986, s.342-343).



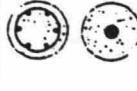
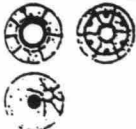
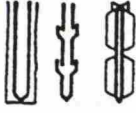


Kuva 27 Juuripaalun valmistusvaiheet (Lähde: RIL 166-Pohjarakenteet, Helsinki, 1986, s.343)

## Menetelmä

Mikropaaluille ei ole olemassa varsinaista määritelmää, mutta seuraavat ominaisuudet kuvaavat niiden ominaisuuksia:

- Paalun halkaisija on välillä 90-300 mm
- Asennus tapahtuu pienillä vaunuilla joko poraamalla, iskemällä tai täryttämällä
- Asennuksen täytyy onnistua rajoitetuista, matalista tiloista (kellareista). (Stocker 1994, s.167)

Mikropaalut voidaan jakaa viiteen eri kategoriaan kuvan 28 mukaisesti.

	GROUTED PILE	POST-GROUTED PILE	DRIVEN VIBRATED STEEL PILE	EXPANDER PILE	STEEL CORE PILE
FORM OF PILES USED TODAY					
FIRST APPLICATION	1952	1970 - 1975	1970 1982	1983	1982 (?)
PILE DIAMETER (mm)	89 - 280	114 - 280	76 118 275 170	114 - 168 50/80/110 expanded: 300/500/800	168
REINFORCEMENT (mm)	16, 20, 25 GEWI 28, 32, 36 40, 50, 3 x 40/50	70/89-157/178 16,20,25 GEWI 32, 40, 50 3 x 40/50	68/76 98/118 275 148/170	Tubes 89/101 98/118 120/140 and similar	95
STEEL GRADE yield (MPa)	420/500 500/550 835/1030	560/650 420/500 500/550 835/1030	420/500 340/450 270/410 ductile iron		270/530
POST-GROUTING DEVICE	—	Tube & manchettes + packer Post-grouting tubes	—	Inflation of bulb with cement grout	—
ALLOWABLE WORKING LOADS IN COMPRESSION (kn)	up to 1100 1680	up to 1100 1680	170 450 100 900 150	140 - 900	1100
USUAL INSTALLATION	rotary flush drilling, withdrawing of casings with air- or grout pressure	rotary flush drilling	driving or vibrating with or without simultaneous grouting at the top	driving or vibrating steel pipe with expander body folded	drilling down to rock with casing, inserting steel core, driving steel core into rock, grouting of borehole

Kuva 28 Mikropaalujen luokittelu ja yleisimmät mikropaalut (Lähde: Stocker, 40 years of micropiling..., Teoksessa: XII ICSMFE -94 vol 5, s.168)

Mikropaalujen tärkeimmät käyttökohteet ovat:

- vanhojen rakennusten perustusten vahvistaminen,
  - perustusten vahvistaminen niiden kantokyvyn lisäämiseksi,
  - perustusten korjaaminen,
  - vajonneiden rakenteiden nostaminen,
  - perustaminen paikoissa, joihin ei pääse raskaalla kalustolla,
  - esijännitettyjen ankkureiden sijasta,
  - maan vahvistaminen pysyvän rakenteen aikaansaamiseksi ja
  - luiskien stabiiliteetin lisääminen ennen, jälkeen tai maanvieremän aikana.
- (Stocker 1994, s.167)

## Soveltuvuus- ja markkina-arvio

Mikropaalujen suurin sovellusalue on perustusten saneeraamisurakoissa. Joissakin kohteissa mikropaaluilla voidaan korvata esijännitetyjä ankkureita. Näin tehtiin muiden muassa kappaleessa 5.1.1 kuvatussa Vasaramäen kaukalarakenteen tapauksessa.

Suunnittelijakyselyyn vastanneet konsultit ilmoittivat suunnitelleensa vuonna 1994 vain kaksi mikropaalukohdetta. Menetelmälle ei povattu kasvavaa tulevaisuutta. Esimerkiksi Ruotsissa kehitetty Expander Body - tyyppinen mikropaalu koettiin kalliiksi vaihtoehdoksi.

Mikropaalujen markkinat Suomessa ovat pienet. Vain paalujen laajamittainen käyttö maa-ankkureina tai perustusten saneeraamiseen liittyvien kohteiden lisääntyminen voivat tehdä menetelmästä "suurten markkinoiden menetelmän". Vaihtoehtona mikropaalujen käyttö on toki syytä pitää mielessä edellä luetelluissa sovelluskohteissa.

### 3.3.6 Vibro-compozer / Sand Compaction Pile

#### Yleistä

Eräs Suomessakin kitkamaissa käytetty syvätiivistysmenetelmä on tiivistyspaalutus. Tiivistyspaalutus perustuu maahan lyötävien usein kartiomaisten paalujen maata syrjäyttävään ja siten ympäröiviä maakerroksia tiivistävään vaikutukseen (Rantamäki & Tammirinne 1990, s.190). Paaluina käytetään ensisijaisesti puupaaluja, joilla on tiivistyspaalutukselle sopiva luonnollinen kartiomuoto, mutta myöskin betonipaaluja on käytetty (RIL 166, 1986, s.294).

Suomessa perinteisesti käytetty tiivistyspaalutusmenetelmä, jota käytettiin lähinnä parempien kalustojen puuttuessa on useissa yhteyksissä todettu teholtaan vaatimattomaksi. Kokonaan toinen tilanne on kuitenkin, jos tiivistyspaaluja tehdään paalutuskalustolla tai sitä varten erikseen suunnitelluilla kalustoilla täryhuhtelun sorapaalujen tapaan täyttämällä aikaansaatu reikä soralla. (RIL 166, 1986, s.295).

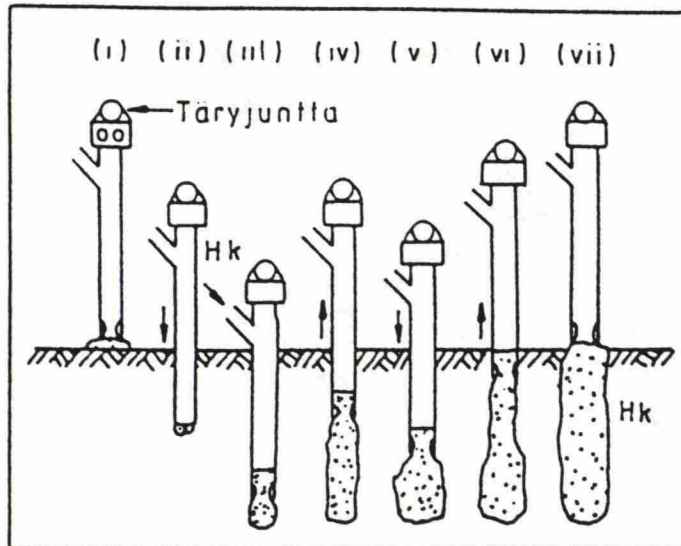
Täryhuhtelu on pohjanvahvistusmenetelmä, joka sopii hyvin tapauksiin, joissa meillä on perinteisesti käytetty tiivistyspaalutusta. Täryhuhtelu on tiivistyspaalutusta huomattavasti tehokkaampi menetelmä, jolla uskoisi olevan käyttöä myös Suomessa (INSKO 23-86, 1986, s. III / 6). Täryhuhtelulla voidaan tiivistää kitkamaalajeja sekä tehdä sorapaaluja koheesiomaahan (INSKO 23-86, 1986, s. III / 9).

Silttipitoisuuden kasvaessa yli 50 % on maan tiivistyminen tärytyksen ansiosta joka tapauksessa vähäistä. Tällöin täryhuhtelua voidaan soveltaa sorapaalujen tekemiseen. Näin voidaan käyttää hyväksi koheesiomaan passiivipainetta. Muodostettavat sora- tai murskepaalut tehdään karkeasta 12.5...75 mm sorasta tai murskeesta. Menetelmää voidaan käyttää savissa ja silteissä. (INSKO 23-86, 1986, s. III / 13).



## Menetelmä

Vibro-compozer - menetelmä on Japanissa erityisesti sorapaaluilla tehtävää tiivistyspaalutusta varten kehitetty menetelmä. Työmenetelmän periaate on esitetty kuvassa 29. (RIL 166, 1986, s.295).



Kuva 29 Vibro-compozer - menetelmän työskentelyperiaate (Lähde: RIL 166-Pohjarakenteet, Helsinki, 1986, s.296)

Suojaputki tärytetään haluttuun syvyyteen maan pinnalla olevan täryttimen avulla. Kun haluttu syvyys on saavutettu, ylhäältä syötetään putkeen hiekkaa, jonka nouseminen putken mukana sitä nostettaessa estetään paineilman avulla. Putkea tärytetään ja painetaan alaspäin hiekan tiivistämiseksi ja tiivistyspaalun halkaisijan kasvattamiseksi. Menettely toistetaan kerroksittain kunnes saavutetaan maanpinta. Paalun halkaisija on 600...800 mm. Tarkemmin paalun halkaisija saadaan täyttöhiekan kulutuksesta. (Mitchell & Katti, 1981, s.267)

Edellä esitetty Japanissa kehitetty menetelmä tärytettyjen sorapaalujen tekemiseksi on hyvin lähellä Suomessa tunnettua, mutta vähän sovellettua täryhuuhtelumenetelmää.

Täryhuuhtelumenetelmällä tehtävän syvätiivistyksen tai sorapaalutuksen ensisijainen tarkoitus on yleensä maapohjan geoteknisen kantavuuden lisääminen. Tiivistäminen suurentaa maan kitkakulmaa, joten kantokyky paranee, ja toisaalta se vaikuttaa muodonmuutosominaisuuksiin pienentäen painumia. (INSKO 23-86, 1986, s. III / 14).

## Soveltuvuus- ja markkina-arvio

Suomessa tehtävät pohjanvahvistustyöt savimaissa tehdään syvästabilointipilareilla kalkin ja sementin seoksella. Sorapaalujen käyttäminen pehmeiden savien kantavuuden lisäämiseksi ja painumien pienentämiseksi on ollut vähäistä.

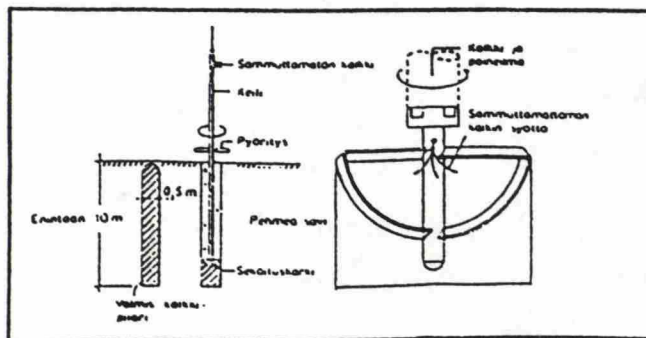
Japanissa nimellä Sand Compaction Piles nykyisin kulkevan tiivistettyjen sorapaalujen menetelmän soveltaminen Suomen oloihin, suorituskyky ja mitoitus tulee selvittää. Markkinoita menetelmälle olisi varmasti, sillä se saattaisi korvata joissakin tapauksissa syvästabiloinnilla aikaansaatuja kalkkisementtipilareita ja jopa paalutusta.

### 3.3.7 Syvästabilointi

#### Yleistä

Syvästabiloinnilla tarkoitetaan pohjanvahvistusmenetelmää, jossa sideaineella stabiloitu maa muodostaa pystysuuntaisen, ympäröivää maata lujemman ja yleensä pilarin muotoisen vyöhykkeen. Sideaineena käytetään yleisesti kalkkia, minkä vuoksi menetelmää on kutsuttu kalkkipilarimenetelmäksi. Menetelmää käytetään etenkin häiriintymisherkkien ja runsaasti kokoonpuristuvien savikerrosten vahvistamiseen. (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.200-201). Viime vuosina kalkin käytön sideaineena ovat syrjäyttäneet kalkin ja sementin yhdistelmät ym. seokset.

Kalkkipilari valmistetaan sekoittamalla maaperään sammuttamatonta kalkkia siten, että sekoittuminen tapahtuu pystysuoran sylinterin muotoisessa vyöhykkeessä. Kalkkipilareiden valmistuksessa peruskoneena on pyöräkuormaaja tai telaketjutraktori, johon kiinnittyvän pystysuoran maston varassa pyöritetään sekoitussiivekkeellä varustettua kairaa. Kairaa alaspäin painettaessa sekoitussiiveke rikkoo ensin saven luonnontilaisen rakenteen. Kun kaira nostetaan ylös, puhalletaan kairavarren läpi kalkkia häirittyyn maahan, samalla kun sekoitussiiveke sekoittaa kalkin noin 0,5 metrin läpimittaiseksi kalkkipilariksi. Kalkkia käytetään noin 6...10 % kalkkipilarin saven kuivapainosta (Rantamäki & Tammirinne, 1990, s.201-202).

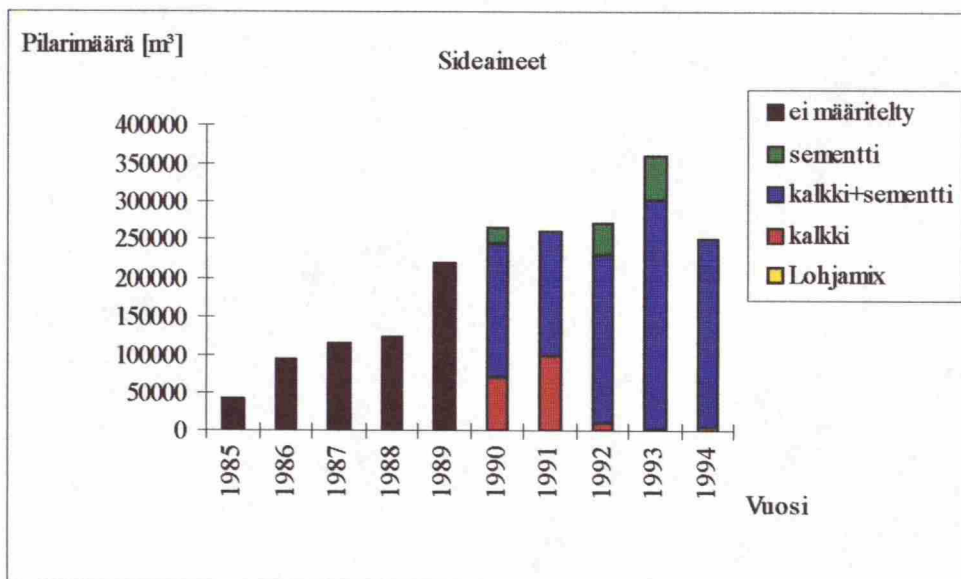


Kuva 30 Kalkkipilareiden valmistusperiaate (Lähde: Rantamäki & Tammirinne, Pohjarakennus, Helsinki, 1990, s.201)

## Menetelmä

Syvästabilointimenetelmä on kehitetty samanaikaisesti Ruotsissa ja Japanissa. Ruotsissa (ja Suomessa) käytettävät laitteet tekevät normaalisti pilareita, joiden halkaisija on 500 mm ja maksimipituus on 15 metriä. Japanilaiset raportit taas kertovat tehdyn pilareita, joiden halkaisija on 3,5 metriä ja pituus jopa 70 metriä. Nämä suuret pilarit tehdään niinsanotulla monitanko-menetelmällä, missä enintään 8 tankoa sekoituslaitteineen on yhdistetty. Ruotsalaisessa menetelmässä käytetään tavallisesti kemiallisia aineita kuivina kun taas japanilaiset tuntuvat suosivan liuoksia. (Eggestad, 1983, s.1000).

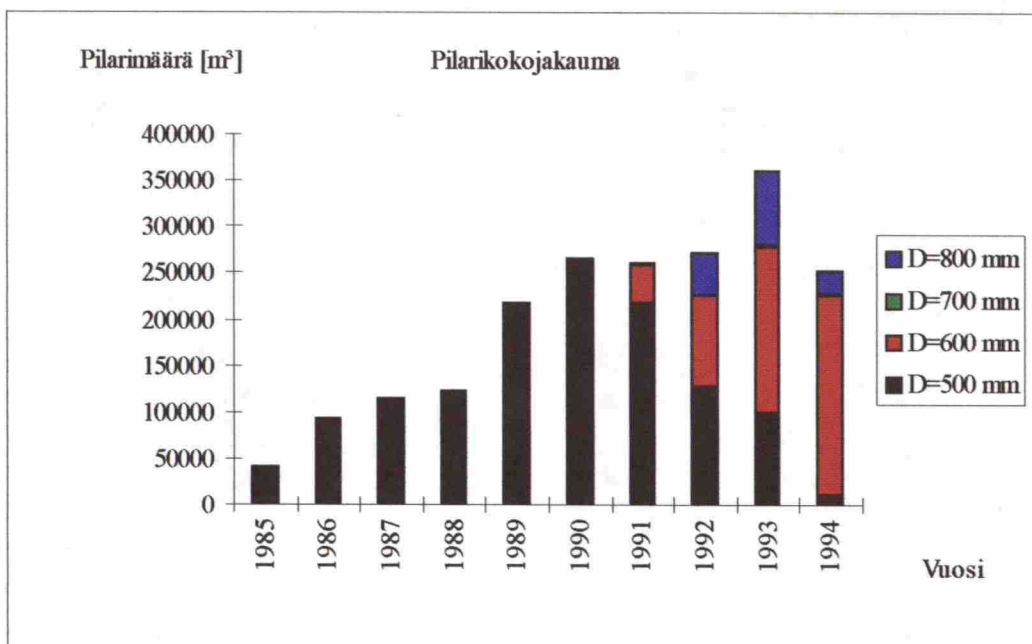
Suomessa kehitys on kulkenut sideaineita tarkasteltaessa selkeästi pois kalkkipilareiden tekemisestä. Nykyisin lähes kaikki syvästabilointipilarit tehdään kalkin ja sementin sekoituksena, jolloin seossuhteet riippuvat olosuhteista. Kehitystä sideaineiden kehityksessä tapahtuu jatkuvasti ja esimerkiksi teollisuuden sivutuotteiden kuten lentotuhkan käyttöä sideaineena on tutkittu.



Kuva 32 Eri sideaineiden käyttö syvästabiloinnissa vuosina 1985-1994 (Lähde: Viatek Oy / Lohja Rudus, Syvästabiloinnin määrät - selvitys).

Kalkkipilarointi menetelmän alkutaipaleella pilarit olivat poikkeuksetta halkaisijaltaan 500 mm. Kehitys pilarikoon osalta on johtanut siihen, että suurin osa Suomessa nykyisin tehtävistä pilareista on halkaisijaltaan 600 mm. Viime vuosina on alettu tehdä myös suurempia halkaisijaltaan 800 mm olevia ns. pyörrepilareita tai pyörrepaaluja, joita on käytetty muiden muassa kaivantojen tukirakenteena. Näiden pilareiden sideaineen sementtipitoisuus on suuri paremman lujuuden saavuttamiseksi.





Kuva 33 Syvästabiloinnin pilarikokojen kehitys vuosina 1985-1994 (Lähde: Viatek Oy / Lohja Rudus, Syvästabiloinnin määrät - selvitys)

### Soveltuvuus- ja markkina-arvio

Syvästabilointi menetelmänä on Suomessa erittäin käytetty menetelmä tie-, katu- ja kenttärakenteiden perustamisvaihtoehtona. Syvästabiloinnin kokonaismarkkinoita on lähestytty siten, että eri pilarikokojen määrät on muutettu stabiloiduiksi metreiksi ja käytetty näille hintoina tielaitoksen keskimääräisiä yksikköhintatietoja vuodelta 1993. Näin menetellen saatiin syvästabiloinnin kokonaismarkkinoiksi Suomessa vuonna 1993 noin 48 miljoonaa markkaa ja vuonna 1994 noin 30 miljoonaa markkaa.

Perinteellisten "pohjatutkimus-menetelmien" ja niiden muunnelmien käyttö syvästabiloinnin laadun valvonnassa on monessa kohteessa osoittautunut ongelmalliseksi (Aaltonen 1994, s.48). Artikkelissaan Aaltonen esittää iskuaallon mittaukseen perustuvan laadunvalvontamenettelyn käyttöönottoa syvästabiloinnin laadun valvonnassa. Myös suunnittelijakyselyn tuloksena voidaan todeta, että syvästabiloinnin laatuun liittyvissä asioissa nähdään edelleen kehittymismahdollisuuksia. Myös syvästabiloinnin laitteiden kehittämisessä saattaa edelleen olla kehittymismahdollisuuksia. Esimerkiksi ulkomailta käytetyt syvästabiloinnin sekoituslaitteet poikkeavat Suomessa käytetyistä.

Syvästabiloinnilla toteutettavat maapohjan vahvistamisurakat ovat yleensä erillisiä kohteita. Esimerkiksi Tielaitoksen rakennuttamissa kohteissa syvästabilointityöt kilpailutetaan erikseen. Myöhemmin vahvistetun maapohjan varaan tulevan rakenteen urakka kilpailutetaan omana urakkanaan. Lähitulevaisuudessa syvästabiloimalla tehdyt rakenteet saattavat toimia kuitenkin myös osana esimerkiksi kaivantoratkaisuja, jolloin urakat saatetaan sitoa osaksi kokonaisurakkaa.

### 3.3.8 Massasyvästabilointi

#### Yleistä

Massasyvästabiloinnilla tarkoitetaan tässä menetelmää, jolla pyritään syvästabilonnin pilaroinnista poiketen lujittamaan vaakasuoria savikerroksia, lamelleja, vaakasuorassa asennossa etenevän sekoittimen avulla. Massastabiloinnilla on aikaisemmin yleisesti käsitetty rakennustoiminnassa syntyvien kaivumassojen, lähinnä savien, käsittelyä paikalla siten, että näitä massoja ei tarvitse kuljettaa erillisille maaläjitysalueille, vaan ne voidaan hyödyntää rakenteessa. Tämä tapahtuu yleensä joko erilaisilla seulamurskaimilla, aumasekoittimilla, aktivaattoreilla tai saven sekoittajilla (Rekonen 1993, s.62-68). Molemmissa menetelmissä on edelleen runsaasti kehitysmahdollisuuksia.

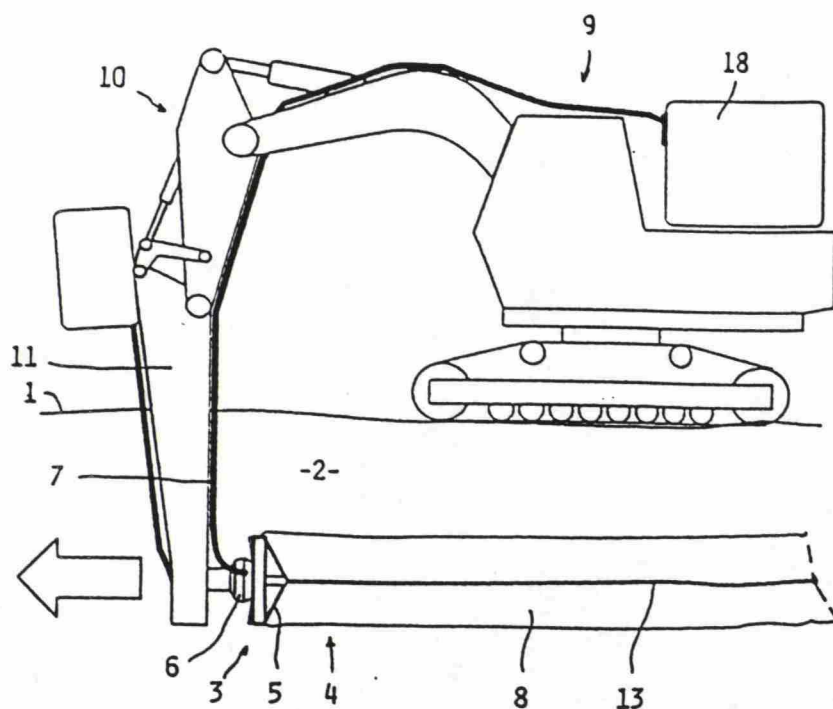
#### Menetelmä

Massasyvästabiloinnin kehitystyö on vasta alkutaipaleella. YIT-Yhtymä Oy on jättänyt patenttihakemuksen 10.12.1992 ja tämä hakemus on tullut julkiseksi 1.6.1994. Hakemuksessa keksinnön nimitys on "Menetelmä ja väline maan lujittamiseksi". Patenttia ei ole myönnetty 21.4.1995 mennessä, mutta hakemus on edelleen vireillä.

Menetelmässä maahan viedään stabiloivaa eli lujittavaa lisäainetta, joka sekoitetaan maa-ainekseen lujittuneen vyöhykkeen muodostamiseksi. Välineet käsittävät maahan työntyvän olennaisesti maanpinnan suuntaisesti etenevän vetovannaksen, jonka alaosassa on liikuteltava pehmenninlaite eli muokkain muokatun vanan muodostamiseksi maahan. (YIT-Yhtymän patenttihakemus, 1992, s.1).

Pilaristabiloinnin haittana on ollut, että sitä ei ole voitu kohtuullisin aine- ja työmenekein käyttää kohteissa, missä lujittumista tarvitaan nimenomaan vaakasuunnassa, koska maanpinnalta alas työntyvä muokkain jättää jälkeensä pystysuoran uran. Edelleen esiintyy siis tarve maan lujittamiseksi etenkin pehmeiden maalajien liukupintojen sitomiseksi sekä luiskasortumien ja muun murtumisen estämiseksi, jolloin ihanteellisin lujitusuunta usein olisi nimenomaan vaakatasoinen. (YIT-Yhtymän patenttihakemus, 1992, s.2).

Tunnetusta tekniikasta mainittakoon lisäksi suomalainen patenttihakemus no 904986, patentti myönnetty 12.7.93, no 88816, jossa esitetään menetelmä putkien tai senkaltaisten asentamiseksi maahan sekä edelleen vetolaite putken tai senkaltaisen pitkänomaisen kappaleen vetämiseksi maahan maanpinnan yläpuolella liikkuvan laitteen avulla. Keksinön mukaisen tekniikan kehittäminen perustuu siihen oivallukseen, että suomalaisessa patenttihakemuksessa 904986 esitetystä välineestä eräin rakennemuutoksin on muodostettavissa edellä kuvatulainen muokkain. (YIT-Yhtymän patenttihakemus, 1992, s.3).



Kuva 33 Massasyvästabilointiin tarkoitettu laitteisto (Lähde: YIT-Yhtymä, Patenttihakemus 925622, 1992)

Kuvan merkinnät ovat seuraavat:

- |                            |                     |
|----------------------------|---------------------|
| 1 - Maanpinta              | 2 - Maaperä         |
| 3 - Muokkain               | 4 - Vaakasuora vana |
| 5 - Pehmennin              | 6 - Moottori        |
| 7 - Lisäaineen syöttöputki | 8 - Juonirakenne    |
| 9 - Kaivinkone             | 10 - Puomi          |
| 11 - Vetovannas            | 13 - Lujitusraina   |
| 18 - Syöttövälineet        |                     |

### Toteutettuja kohteita

Ensimmäinen massasyvästabiloimalla tehty kohde oli turpeen stabilointiin liittyvä koerakenne Veittoisten suolla Kymen tiepiirissä. Koerakenteen perusteella turpeen stabiloinnista saatiin yksi edullisimmista vaihtoehtoista tien alapuolisen rakenteen pohjanvahvistusmenetelmäksi alueella. Tämän koekohteen jälkeen menetelmää on sovellettu Pikku-Huopalahden asuinrakennusten kohdalla liejun stabiloinnissa ja Kehä III:n rampin rakennuksessa saven stabiloinnissa. (Leppänen, VIAGEO 1994 no 1, s.3)



## Soveltuvuus- ja markkina-arvio

Massasyvästabiloinnin kehitys Suomessa on alkuvaiheissa. On kuitenkin huomattava, että esimerkiksi Tielaitos on ottanut massa(syvä)stabiloinnin mukaan TPPT- projektiin, ja ensimmäinen työraportti syvästabiloiduista tyyppirakenne-ratkaisuista, joihin kuuluvat myös massasyvästabilointirakenteet, on ilmestynyt (Viatek-yhtiöt 1995).

Vielä nykyisellään näyttää siltä, että massasyvästabiloimalla tehdyt rakenteet ovat lähinnä luiskien ja siirtymärakenteiden ratkaisuja, eikä menetelmällä ole taloudellisia mahdollisuuksia esim. laajojen tiealueiden pohjanvahvistusratkaisuna. Yhdessä syvästabiloimalla tai muilla ratkaisuilla tehtyjen rakenteiden kanssa massasyvästabilointi voi kuitenkin olla edullisin ratkaisu. Menetelmän kehitystä tulee seurata tarkasti.

### 3.4 YHTEENVETO POHJARAKENNUSMENETELMISTÄ

Suomessa nykyisin laajassa käytössä olevista menetelmistä lähinnä maapohjan vahvistaminen tekniikat, erityisesti stabiloinnit, tarjoavat edelleen kehitysmahdollisuuksia.

Uusista pohjarakennusmenetelmistä parhaiten yrityksen nykyiseen toimintaan niveltyy maan naulaus. Ruiskubetonitekniikan soveltaminen kaivantorakenteiden tukemiseen maan naulaus tekniikalla on selkeä kohde ruiskubetonituotteen jatkokehityksessä. Maan naulaus tekniikan soveltamista kitkamaissa tehtäviin kaivantoihin kannattaa jatkossa harkita vaihtoehtona perinteisille menetelmille tehdyille kaivantosuunnitelmille. Menetelmän suorituskyvystä ja mitoituksesta tarvitaan lisätietoa.

Syvästabiloinnin kehitys Suomessa on ollut nopeaa. Pehmeille savikoille rakennettavat tiet, kentät ja alueet ovat olleet menetelmän pääasiallisia kohteita. Jatkossa myös erilaisia kaivantorakenteita saatetaan tehdä syvästabiloinnin tekniikalla.

Suomessa on jo nyt syvästabiloinnin osaajia. Markkinanäkymät ovat kuitenkin suhteellisen valoisat, joten alalletuloa voitaneen harkita myös syvästabiloinnin osaamisen kautta. Massasyvästabiloinnin kehitys on vasta alkuvaiheissa, mutta menetelmällä saattaa olla omat käyttökohteensa hankalissa olosuhteissa.

Suihkupaalutus on maan naulauksen ohella toinen uusista menetelmistä, jolla on selkeitä yhtymäkohtia yrityksen nykyiseen toimintaan. Suihkupaalutus on ulkomailla osoittanut käyttökelpoisuutensa maatonneleiden vahvistamisen tekniikkana. Suihkupaalutuksen vahvana puolena voidaan pitää sen soveltuvuutta monen eri pohjarakennusongelman ratkaisuun.

Muiden esitettyjen uusien menetelmien tulevaisuus näyttää markkinoiden osalta heikohkolta. Manta-Ray -maa-ankkurilla saavutettavat vetolujuudet ovat melko pieniä. Menetelmän tekee mielenkiintoiseksi nopea asennus ja nopea lujuuden saavuttaminen.

Mikropaaluilla on myös oma pienehkö käyttöalueena. Mikropaalujen sovellusalueista perustusten vahvistamisen markkinat saattavat lisääntyä.

Tiivistettyjen sorapaalujen tekeminen saattaa olla joissakin tapauksissa edullista. Nykyisen täryhuuhdeltu -menetelmän nopeuttaminen muuntamalla menetelmä jatkuvasyöttöiseksi saattaa tarjota kehitysmahdollisuuksia.

Eri menetelmien käyttöönotto asettaa yritykselle erilaisia vaatimuksia nykyisen toiminnan tasoon nähden. Seuraavassa taulukossa on kuvattu eri menetelmien asettamat vaatimukset. Parhaiten yritykselle esitetyistä menetelmistä näyttävät soveltuvan maan naulaus ja syvästabilointi.

Taulukko 2 Uusien pohjarakennusmenetelmien yritykselle asettamat vaatimukset (\* = pieni vaatimustaso, \*\*\* = suuri vaatimustaso)

	Koneet	Tietotaito	T & K	Sovellus	Patentit & Lisenssit
Maan naulaus	*	**	**	**	*
Suihkupaalutus	***	***	***	**	*
Manta-Ray	*	**	*	***	***
Mikropaalut	**	**	**	***	*
Vibro-compozer	**	**	**	**	*
Massasyvästabilointi	***	**	**	**	***
Syvästabilointi	**	**	**	*	*

Arvioitaessa edellä kuvattujen menetelmien soveltuvuutta differoinnin perusstrategian toteuttamiseen voidaan todeta, että syvästabiloinnin tekniikan osaaminen ei tuo yritykselle kilpailuetua erilaistumisen kautta. Muut menetelmät voivat toimia jossain määrin differoinnin perustana. Eri menetelmistä vaikeimmin jäljiteltävissä lienee suihkupaalutus laitteiston kalleuden sekä erikoistekniikan ja -osaamisen takia.

Kun otetaan huomioon edellä esitetty tarkastelu eri menetelmien soveltuvuudesta yritykselle ja toisaalta valittuun perusstrategiaan, jäljelle eri menetelmistä jää maan naulaus. Tämän tekniikan avulla voidaan kohtuullisen pienellä panostuksella saavuttaa differointiin perustuvaa kilpailuetua.



## 4. POHJARAKENNUSMARKKINAT

### 4.1 YLEISTÄ

Pohjarakentaminen on yleensä osa jotakin suurempaa kokonaisuutta eli lopputuotetta, jonka rakennuttaja ostaa urakoitsijalta. Näin ollen pohjarakennusmarkkinoiden kartoittamisen on pohjauduttava koko rakentamisen kysynnän selvittämiseen.

Suomen Pohjarakennuksen markkinaselvitys perustuu tilastoihin ja aiemmin tehtyihin selvityksiin sekä haastattelu- ja kyselytutkimukseen, joka on tehty johtaville rakennuttajille ja suunnittelijoille. Ruotsin pohjarakentamisen markkinoita on kuvattu yleisemmällä tasolla kuin Suomen markkinoita. Menetelmätasolle markkinoiden arvioinnissa Ruotsin osalta ei ole menty. Tiedot perustuvat sekundaarisiin lähteisiin.

Muiden Suomen lähialueiden osalta voidaan todeta, että Karjalan kannaksen ja Pietarin alueen maaperän muodostumat ovat ns. järviuodostumia. Näiden alueiden voidaan olettaa olevan pohjarakentamisen kannalta vaativia alueita. Kun lisäksi tiedetään mm. Pietarin rakennusten olevan heikohkossa kunnossa, voidaan olettaa esim. perustusten vahvistustöiden tarpeen lisääntyvän alueella lähivuosina.

### 4.2 SUOMEN RAKENNUS- JA POHJARAKENNUSMARKKINAT

#### 4.2.1 Suomen rakennusmarkkinat

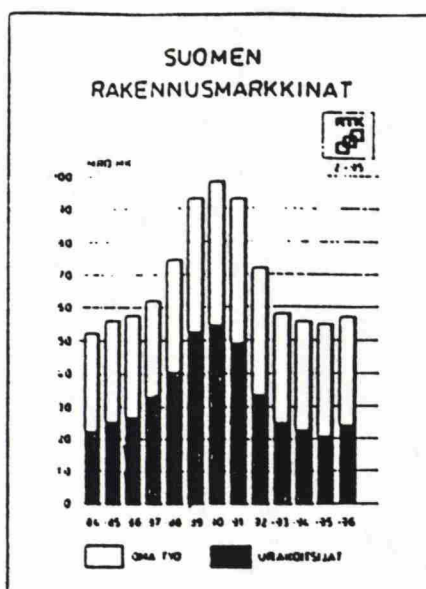
##### Rakentamisen tuotos ja kannattavuus

Suomen rakennusmarkkinat vuonna 1994 olivat noin 60 miljardia markkaa. Rakentamisen huippuvuonna 1990 kokonaistuotos oli noin 102 miljardia eli laskua on tapahtunut 41 prosenttia neljässä vuodessa. (RTK 1995, s.2 & TK 1994, s.27)

Talonrakentamisen kokonaistuotos vuonna 1994 oli noin 43 miljardia markkaa, kun vuonna 1990 kokonaistuotos oli noin 83 miljardia. Pudotusta talonrakennuksessa on siis tapahtunut neljässä vuodessa 48 prosenttia. Maa- ja vesirakennuksen kokonaistuotos vuonna 1994 oli 17 miljardia markkaa, kun se vuonna 1990 oli 19,6 miljardia. Laskua on siis tapahtunut maa- ja vesirakennuksessakin, mutta vain 10 prosenttiyksikköä. (RTK 1995, s.2 & TK 1994, s.27).

Rakennusurakoitsijoiden osuus rakennusmarkkinoista on laman aikana selvästi pudonnut. Maa- ja vesirakentamisessa jatkui koko 80-luvun urakointiosuuden kasvu. Yksityiset urakoitsijat tekevät töistä runsaan 55 % (MANK 1994, s. 11). Vuonna 1993 rakennusyrietykset toteuttivat 43 prosenttia kaikesta Suomessa tapahtuneesta rakentamisesta, kun osuus kolme vuotta aikaisemmin oli peräti 13 prosenttiyksikköä korkeampi. (RTK 1994a, s.30)

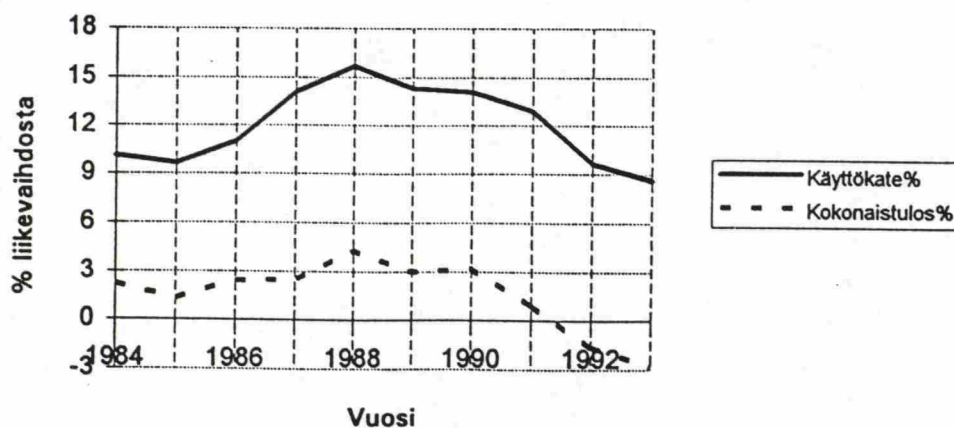




Kuva 34 Suomen rakennusmarkkinat (Lähde: RTK, Rakentamisen suhdanteet 1995:1, s.9)

Rakentamisen toiminnan ylijäämä vuonna 1993 oli negatiivinen eli alan toiminta oli tappiollista. Toiminnan alijäämä vuonna 1993 oli 1,5 miljardia markkaa. Huippuvuonna 1989 rakentamisen toiminnan ylijäämä oli noin 12 miljardia (TK 1994, s.34).

Talonrakentamisen alijäämä vuonna 1993 oli 2,7 miljardia markkaa, kun vuonna 1989 toiminnan ylijäämä oli 9,8 miljardia. Pudostusta talonrakentamisessa on siis tapahtunut neljässä vuodessa 12,5 miljardia markkaa. Maa- ja vesirakentamisen ylijäämä vuonna 1993 oli 1,2 miljardia markkaa, kun se oli suurimmillaan vuonna 1990 2,3 miljardia. (TK 1994, s.34). Maarakennusyritysten kokonaistulos oli vuonna 1993 negatiivinen, kun vielä vuonna 1991 kokonaistulos näytti voittoa.



Kuva 35 Maarakennusyritysten käyttökate ja kokonaistulosprosentit vuosina 1984-1993 (Lähde: Junnonen & Kankainen, Maarakennusyritysten kehityspiirteet 1990-luvun alussa, s. 23)

## Rakentamisen alueellinen jakaantuminen

Rakennusteollisuuden keskusliiton raportin mukaan rakentaminen painottuu yhä selvemmin Etelä-Suomeen. Neljän eteläisimmän läänin alueella tapahtui vuonna 1993 noin kaksi kolmannesta (67 %) kaikesta rakennusyritysten toiminnasta.

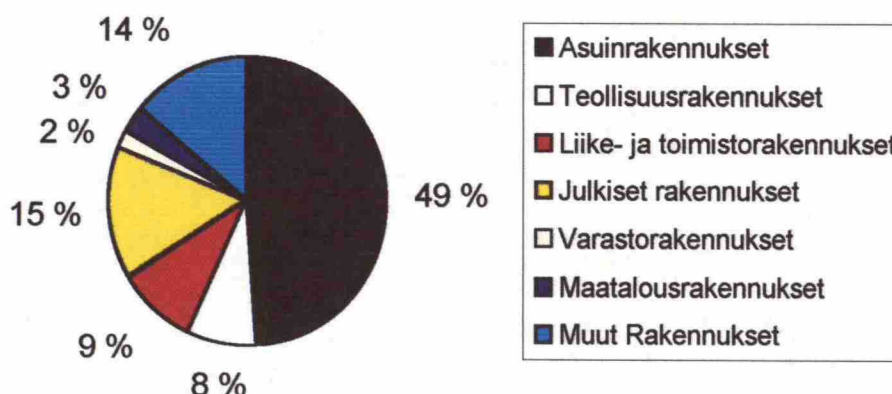
Rakennustoiminta kokonaisuudessaan (ml. julkisen sektorin omajohtoinen rakentaminen ja omakotirakentaminen) ei ole aivan samassa määrin keskittynyt eteläisimpään Suomeen. Neljän eteläisimmän läänin osuus kokonaismarkkinoista on noin 60 %. (RTK 1994, s. 31).

## Rakennuttajien ja investointien jakaantuminen

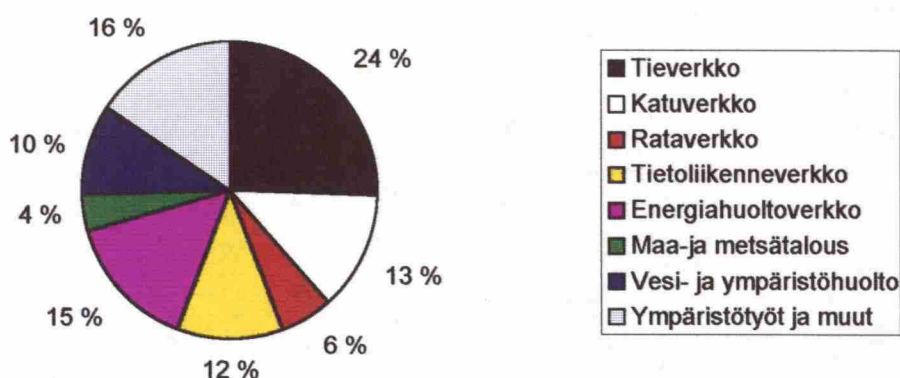
Talonrakentamisen kokonaisarvosta noin 42 prosenttia oli vuonna 1994 korjausrakentamista ja kunnossapitoa (RTK 1995, s.2). Uudisrakentamisen arvon (25 miljardia markkaa) jakautuma vuonna 1993 oli kuvassa 36 esitetyn kaltainen.

Asuinrakennukset muodostavat noin puolet uudisrakentamisen arvosta (RTK 1994a, s.10).

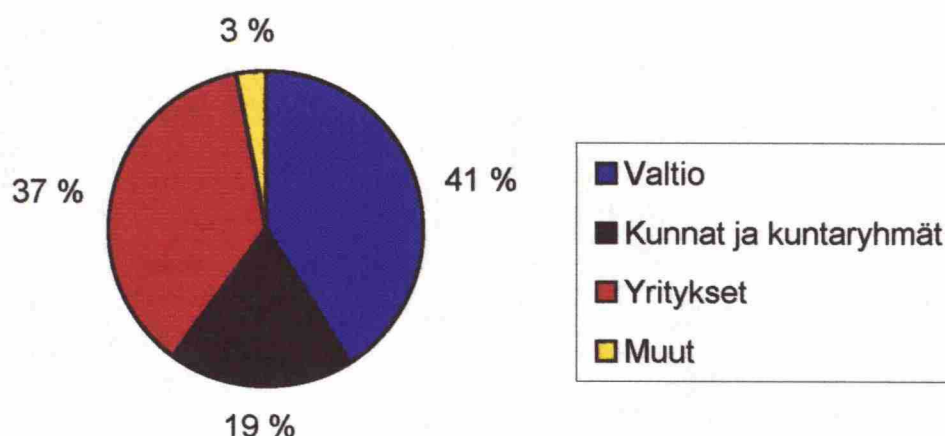
Maa- ja vesirakentamisen volyymista kaksi kolmasosaa (noin 11,4 miljardia markkaa) oli vuonna 1993 investointeja ja kolmannes korjaus- ja kunnossapitotöitä. Investoinnit jakautuivat kuvan 37 osoittamalla tavalla. Maa- ja vesirakentamisen rakennuttajien jakauma vuonna 1993 on esitetty kuvassa 38. Valtio sekä kunnat ja kuntaryhmät (julkinen sektori) rakennuttavat 60 % MVR-hankkeista. (RTK 1994a, s.12).



Kuva 36 Talonrakennuksen arvon jakauma 1993 (Lähde: RTK{Tilastokeskus}, Rakentaminen yhteiskunnassa '94, Helsinki, 1994, kuvio 10.)



Kuva 37 Maa- ja vesirakennusinvestointien jakautuminen vuonna 1993 (Lähde: MANK, Maa- ja vesirakennusalan suhdanteet syksy 1994, Tampere, 1994, s. 4)



Kuva 38 Maa- ja vesirakentamisen rakennuttajat 1993 (Lähde: RTK{Tilastokeskus, VTT/RTT}, Rakentaminen yhteiskunnassa '94, Helsinki, 1994a, kuvio 10.)

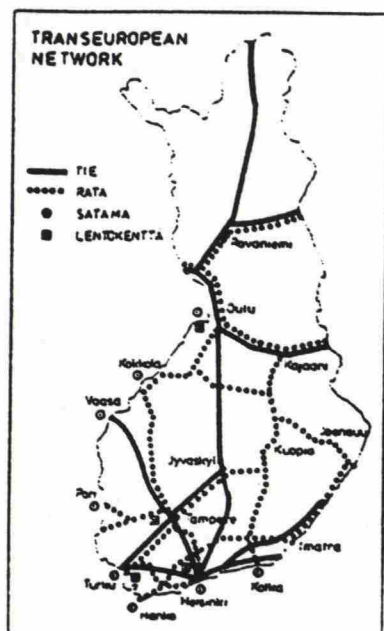
### Lähitulevaisuuden näkymät

Pitkään jatkunut lama Suomessa on taittumassa. Teollisuuden investoinnit ovat lisääntymässä. Varsinkin vientiyritysten investoinnit ovat kasvussa. Yritykset ovat kuitenkin velkaantuneet pahoin ja pyrkivät todennäköisesti maksamaan velkansa ennen uusia investointeja. Vientiteollisuuden lähitulevaisuuden näkymät ovat kuitenkin niin hyvät, että suuriakin investointeja on odotettavissa. Teollisuuden investoinnit ovat kaksijakoiset. Suurin osa investoinneista kohdistunee kone- ja laitehankintoihin. Joitakin uusia tuotantolaitoksiakin rakennettaneen lähitulevaisuudessa.

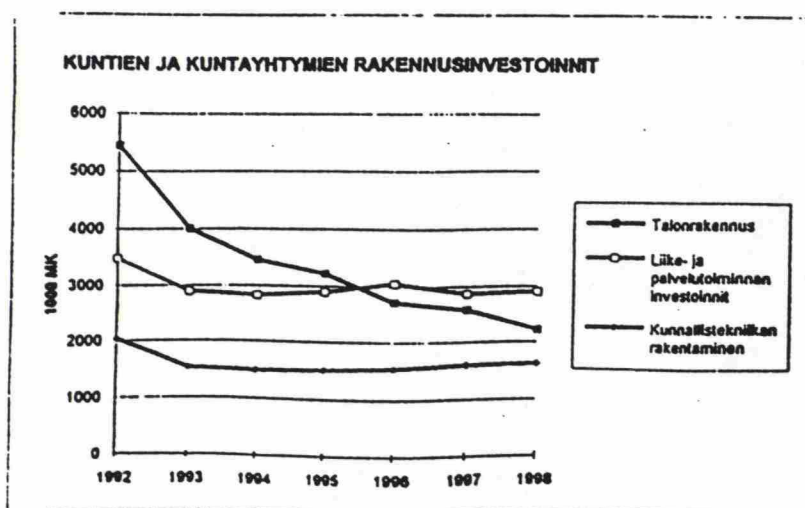


Julkinen sektori, kunnat ja valtio, ovat velkaantuneet viime vuosina. Kuntien talous on kuitenkin elpymässä. Kuntien investoinnit pysyvät edelleen kuitenkin alhaisella tasolla. Valtio panostanee liikenneverkon ylläpitoon ja parantamiseen päämääränä säilyttää Suomen asema "läntisen" tavaraliikenteen linkkinä Venäjälle.

Talonrakennus on syvässä lamassa ja vaikka Rakentaminen 2000-työryhmä ennustaakin uudistalonrakentamisen kasvavan kymmenen prosentin vuosivauhtia vuotta 2000 kohti mentäessä, ei taso tule saavuttamaan 1980-luvun tuotantolukuja. Maa- ja vesirakentamisessa kasvun ennustetaan olevan vuosituhaten loppua kohden vuositasolla noin neljä prosenttia. (Rakentaminen 2000-työryhmä 1995, s.21).



Kuva 39 TransEuropean Network (Lähde RTK, Rakentamisen suhdanteet 1995:1, s.39)



Kuva 40 Kuntien ja kuntayhtymien rakennusinvestoinnit (Lähde: Kuntaliitto, moniste {Työministeriön kokoamat kuntien 5-vuotistyoohjelmat})

#### 4.2.2 Suomen pohjarakennusmarkkinat

##### Yleistä

Pohjarakentaminen on useinmiten osa muuta rakentamista. Pohjarakentamisen kokonaisuuden tarkka selvittäminen on vaikeaa, mutta seuraavassa on esitetty joitakin arvioita.

Suomen konsulttitoimistojen liiton laskutustilaston 1993 mukaan kotimaan talonrakennuksen kokonaislaskutuksesta noin viisi prosenttia oli geotekniikan laskutusta (SKOL 1994a, s.5). Samaa viiden prosentin arviota pohjarakentamisen osuudesta talonrakentamisessa tukee talonrakennuksen kustannustietokirjasta (Haahtela & Kiiras, 1989) eri talotyypeille laskettu maa- ja pohjarakentamisen osuus kustannuksista vertailutason rakennuksissa. Arvio saattaa olla jopa alhainen, sillä vertailutason talot eivät ole esim. paaluperustettuja. Kun talonrakennuksen kokonaistuotanto vuonna 1993 oli noin 40,4 miljardia markkaa, voidaan talonrakentamiseen liittyvän maa- ja pohjarakentamisen osuuden arvioida näistä lähtökohdista olevan vuositasolla kahden miljardin markan luokkaa.

SKOL:n laskutustilaston mukaan yhdyskuntasuunnittelun kotimaan laskutus vuonna 1993 oli 377 milj. markkaa. Mikäli ko. luvusta poistetaan mm. kartoituksen ja kaavoituksen osuudet, jää jäljelle maa- ja vesirakentamista vastaava suunnittelu, 322 milj.mk, josta geotekniikan suunnittelun osuus oli noin 15 prosenttia. (SKOL 1994a, s.5). Geoteknisen suunnittelun osuus MVR:sta lienee kuitenkin suurempi kuin itse rakentamisen osuus. Myös kyselytutkimukseen vastanneiden MVR- rakennuttajien mukaan pohjarakentamisen osuus maa- ja vesirakentamisen urakoista on pienempi, ehkä noin 8 %. Kun maa- ja vesirakentamisen kokonaisinvestoinnit vuonna 1993 olivat noin 10,2 miljardia markkaa, voidaan maa- ja vesirakentamiseen liittyvän pohjarakentamisen osuuden arvioida olevan yhden miljardin markan luokkaa vuosittain.

Kokonaisuudessaan pohjarakentamisen markkinoiden volyymin Suomessa voidaan siis arvioida olevan vuositasolla noin 3 miljardia markkaa. Georakentamisen menetelmillä, paalutus, stabilointi yms. , rakennettava osuus on kuitenkin tätä lukua huomattavasti pienempi. Vuonna 1988 georakentamisen menetelmien markkinoiden arvioitiin olevan noin 800 Mmk, josta paalutukset muodostivat noin 50 % (Kaurila 1988, s.10).

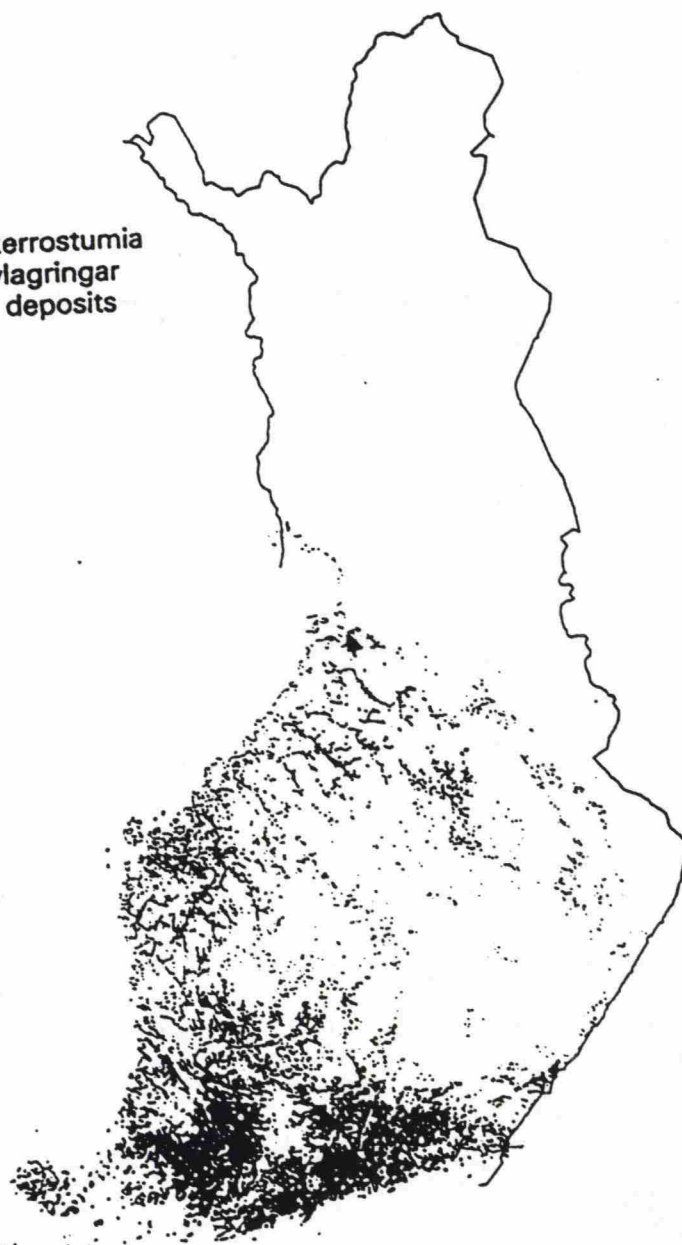
##### Pohjarakentamisen alueellinen jakauma

Huonoissa olosuhteissa, kuten savella, pohjarakentamisen osuus koko rakentamisesta on suurempi kuin pohjaolosuhteiltaan paremmilla alueilla. Miltei kaksi kolmannesta koko rakentamisesta sijoittuu alueellisesti maaperäkartan sille osalle, jossa savikot ovat yleisiä.

Tielaitoksen tulevia hankkeita esitteleviä toimintasuunnitelmia ja maaperäkartoja yhdistelemällä voidaan todeta, että eteläisimmän Suomen tiestön kehityshankkeet tulevat jatkossakin sijoittumaan alueille, joissa savikot ovat yleisiä (liite 4). Tienrakennus keskittyy muutoinkin heikoille pohjille, muun rakentamisen viedessä kaavoituksessa parhaat rakennuspohjat.

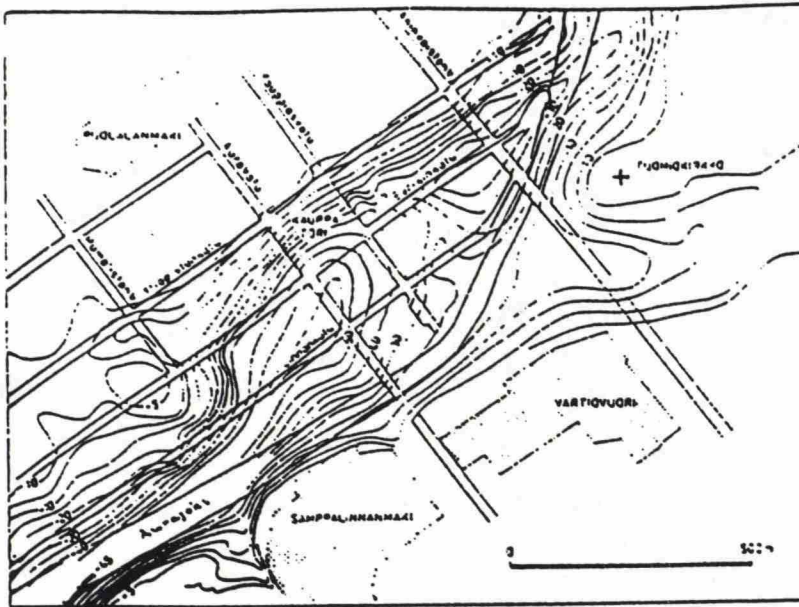
Paikallisesti pohjarakennusolosuhteet saattavat muodostua hyvinkin hankaliksi. Esimerkiksi Turun ja Salon seudulla savien paksuus laaksoissa on usein 20-40 metriä ja Turun keskustassa paikoin jopa 50 metrin luokkaa. Näiden alueiden kaltaisissa olosuhteissa tapahtuva pohjarakentaminen on poikkeuksetta vaativaa.

Savikerrostumia  
Leravlagringar  
Clay deposits



Kuva 41 Suomen savikerrostumat (Lähde: GTK, Suomen maaperä 1:1000000, Helsinki, 1984)





Kuva 42 Savikerrrostumien syvyyskäyrät Turun ydinkeskustassa (Lähde: Geologian tutkimuskeskus, Turun-Salon seudun maaperä, Espoo, s.43)

### Pohjarakentamisen suhdanneherkkyys

Pohjarakentamisen markkinoiden voidaan katsoa jakautuvan karkeasti kahteen osaan: tavanomaisiin kohteisiin, jotka noudattelevat rakentamisen yleisiä suhdanteita ja suuriin harvoin kohteisiin, joiden toteutusaikataulu ei niinkään riipu rakentamisen yleisistä suhdanteista, vaan toimintojen sanelemasta aikataulusta.

Saavuttaakseen kilpailuetua tavanomaisissa kohteissa urakoitsijan tulee olla joko kustannuksiltaan kilpailijoita edullisempi tai pyrkiä markkinoimaan suunnittelijoiden kautta rakennuttajille jokin uusi pohjarakennuksen tekniikka.

Suurien kohteiden sijoituspaikka valitaan toiminnallisten näkökohtien perusteella. Kohteet sijoittuvat usein pohjarakentamisen kannalta vaikeisiin olosuhteisiin. Rakentaminen on suoritettava nopeasti ja kilpaa ajan kanssa. Näissä kohteissa kilpailuetua voidaan saavuttaa paitsi erikoistekniikoilla, niin myös urakoitsijan omilla vaihtoehtoisilla toteutussuunnitelmissa.

### 4.3 KYSELYTUTKIMUS

#### 4.3.1 Yleistä

Pohjarakennusmarkkinoiden selvittämiseksi tehtiin kyselytutkimus geotekniikkaan erikoistuneille suunnittelutoimistoille ja pohjarakennuksen potentiaalisille rakennuttajille. Kyselyn muotona oli teemakysely. Tällä lähestymistavalla pyrittiin saamaan tuntuma koko pohjarakentamisen laajaan kenttään ja tulevaisuuden näkymiin.

#### 4.3.2 Kysely pohjarakentamisen rakennuttajille

##### Valinta

Kysely lähetettiin 64:lle rakennuttajalle (liite 6). Kyselyyn valittiin sekä talonrakentamisen että maa- ja vesirakentamisen rakennuttajia keskeisinä kriteereinä rakennuttamisen suuruusluokka ja arvio kohteiden vaativuudesta pohjarakentamisen urakoinnin kannalta. Valinta kattaa kaikki keskeiset rakennuttajaryhmät.

Ennen kyselyiden lähettämistä vastaajille soitettiin ja kerrottiin tutkimuksesta sekä pyydettiin paneutumaan kysymyksiin huolella. Mikäli vastausta ei saatu määräaikaan mennessä vastaajille soitettiin uudelleen ja pyydettiin palauttamaan kyselylomake. Näistä toimenpiteistä huolimatta vain 31 rakennuttajaa vastasi kyselyyn eli vastausprosentti oli 48. Joistakin alaryhmistä saatiin kattavampi aineisto, jolloin johtopäätösten tekokin on helpompaa. Kohdejoukosta voidaan erottaa 12 alaryhmää, joiden antamat vastaukset on käsitelty paitsi yhtenäisenä joukkona, niin myös erillisinä alaryhminä.

Taulukko 3 Rakennuttajakyselyn alaryhmät - lähetetyt kyselyt ja vastausprosentti

ALARYHMÄ	LÄHETETYT KYSELYT	VASTAUSPROSENTTI
Kaupungit	5	60 %
Tielaitos	9	56 %
Valtion rautatiet	5	60 %
Energian tuottajat	5	60 %
Metsäteollisuus	5	40 %
Muu teollisuus	3	33 %
Perustajaurakoitsijat	8	0 %
Asuntotuottajat	2	50 %
Pankit ja vakuutuslaitokset	9	78 %
Satamalaitokset	4	100 %
Kaupan keskusliikkeet	5	60 %
Muut	4	50 %
YHTEENSÄ	64	48 %

Jatkossa on käsitelty kysymyksittäin kymmentä alaryhmää. Pois on jätetty perustajaurakoitsijat vastaamattomuuden vuoksi ja alaryhmä "muu teollisuus", sillä vastauksia tässä alaryhmässä saatiin vain yksi ja siinä todettiin vain rakennuttamisen volyymin olleen lähes nollassa viime vuosina ja pysyvän alhaalla lähitulevaisuudessakin.

### Kysymykset ja vastaukset

Kyselyyn vastanneet pyrkivät yleisesti vastaamaan kaikkiin esitettyihin kysymyksiin. Jokaisessa kysymyksessä joku vastaaja ei vastannut juuri kyseiseen esitettyyn kysymykseen. Vastaamatta jätti pahimmillaan kuitenkin vain 5 vastaajaa 31:stä koko kyselyyn vastanneesta rakennuttajasta.

*Kysymys 1: Yleistiedot rakennuttajasta: Kokonaisvolyyymi, urakoinnin osuus ja arvio pohjarakentamisen osuudesta.*

Rakennuttamisen kokonaisvolyyymia koskevat tiedot saatiin melko hyvin. Vastaajien vuodelta 1994 antamat volyymit olivat yhteensä noin 3,4 miljardia markkaa. Vuodelta 1992 saatujen volyymitietojen mukaan vastaajien rakennuttamisvolyyymi tuolloin oli noin 4,3 miljardia markkaa. Vuodelle 1995 vastaajat ennakoivat noin 3,9 miljardin markan rakennuttamisvolyyymia.

Urakoinnin osuus vaihteli alaryhmittäin voimakkaasti. Rakennuttamisen kokonaisvolyyymilla painotettu keskimääräinen urakointiaste vastaajilla oli vuonna 1994 noin 75 prosenttia. Myös arvioissa pohjarakentamisen osuudesta oli vaihteluita keskimääräisen arvion ollessa 8 prosenttiyksikköä.

Taulukko 4 Urakointiosuudet 1994 ja arvio pohjarakentamisen osuudesta alaryhmittäin

ALARYHMÄ	URAKOINTIASTE	POHJARAKENTAMISEN OSUUS
Kaupungit	20 %	10 %
Tielaitos	56 %	5 %
Valtion rautatiet	32 %	24 %
Energian tuottajat	48 %	18 %
Metsäteollisuus	90 %	8 %
Asuntotuottajat	100 %	5 %
Pankit ja vakuutuslaitokset	97 %	9 %
Satamalaitokset	73 %	8 %
Kaupun keskusliikkeet	100 %	9 %
Muut	83 %	8 %

Kyselytutkimuksen lisäksi otettiin tarkemmin selvää tielaitoksen rakennuttamisen volyymistä ja pohjarakentamisen osuudesta. Tielaitoksen rakentamisen kokonaisvolyyymi on pysynyt viime vuodet noin 2,3 miljardin paikkeilla vuosittain. Tämä luku ei sisällä tieverkon ylläpitoon käytettyjä rahoja.



Pohjarakentaminen tielaitoksessa keskittyy voimakkaasti Turun tiepiirin alueelle. Syynä tähän ovat paalutusta ja maapohjan vahvistamista usein vaativat savikoille tehtävät rakenteet. Seuraavassa taulukossa on esitetty rakentamisen jakautuminen piireittäin tielaitoksessa vuosilta 1991-1993 sekä pohjarakentamisen urakoinnin jakautuminen piireittäin vuonna 1993. On huomattava, että erittelykäytännöstä johtuen nämä luvut eivät sisällä sillanrakentamiseen liittyvää pohjarakentamista. Keski-Pohjanmaan tiedot puuttuvat erilaisen litterointikäytännön takia.

Taulukko 4 Tielaitoksen rakentaminen 1991-1993 ja pohjarakentamisen urakointi vuonna 1993 (Lähde: Tielaitoksen toteutumamaraportit)

PIIRI	RAKENTAMINEN (Mmk)			POHJARAKENTAMINEN (Mmk)	
	1991	1992	1993	1993	
Uusimaa	454	408	353	3,9	
Turku	340	412	377	50,3	
Häme	342	329	273	4,4	
Kymi	102	150	175	1,4	
Mikkeli	162	181	165	0,4	
Pohjois-Karjala	57	59	65	0,0	
Savo-Karjala	170	77	114	0,0	
Keski-Suomi	146	130	138	0,5	
Vaasa	180	197	207	0,4	
Keski-Pohjanmaa					
Oulu	151	143	115	0,0	
Kainuu	87	85	90	0,0	
Lappi	180	161	160	0,5	
KOKO MAA	2369	2331	2231	61,8	

*Kysymys 2: Paljonko olette suunnitteluttaneet vaativia pohjarakennuskohteita viimeisten 2-3 vuoden aikana (vuodessa) ?*

Osa vastaajista arvioi määrää markkoina, mutta suurin osa antoi kohteiden kappalemäärän. Kokonaisuutena vastaajat olivat suunnitteluttaneet vaikeita pohjarakennuskohteita parin viime vuoden aikana 50...70 kappaletta vuodessa.

Taulukko 6 Rakennuttajien suunnitteluttamat vaikeat pohjarakennuskohteet

ALARYHMÄ	VAIKEAT POHJARAKENNUSKOHTEET (KPL)
Kaupungit	3...4
Tielaitos	5...10
Valtion rautatiet	5...10
Energian tuottajat	4...5
Metsäteollisuus	1...2
Asuntotuottajat	5...6
Pankit ja vakuutuslaitokset	1..3
Satamalaitokset	1...5
Kaupan keskusliikkeet	3...4
Muut	5...6

*Kysymys 3: Ovatko rakennuttamienne kohteiden osalta vaikeat pohjarakennuskohteet lisääntyneet viimeisen viiden vuoden aikana ?*

Vastaajista hieman yli puolet katsoi vaikeiden pohjarakennuskohteiden lisääntyneen viimeisten viiden vuoden aikana, kun hiukan alle puolet arveli, etteivät vaikeat pohjarakennuskohteet ole lisääntyneet. Maantieteellisesti katsoen vastausten jakauma ei juurikaan poikkea kokonaisuudesta.

Taulukko 7 Rakennuttajien arviot vaikeiden pohjarakennuskohteiden lisääntymisestä

ALARYHMÄ	OVAT LISÄÄNTYNEET	EIVÄT OLE LISÄÄNTYNEET
Kaupungit	1	2
Tielaitos	1	4
Valtion rautatiet	2	-
Energian tuottajat	3	-
Metsäteollisuus	2	-
Asuntotuottajat	1	-
Pankit ja vakuutuslaitokset	2	3
Satamalaitokset	1	3
Kaupan keskusliikkeet	2	-
Muut	-	2
YHTEENSÄ	15	14

Taulukko 8 Vaikeiden pohjarakennuskohteiden lisääntyminen alueittain

RAKENNUTTAJAN ALUE	OVAT LISÄÄNTYNEET	EIVÄT OLE LISÄÄNTYNEET
Etelä-Suomi	3	5
Keski-Suomi	4	3
Pohjois-Suomi	1	2
YHTEENSÄ	8	10

*Kysymys 4: Lisääntyvätkö vaikeat pohjarakennuskohteet rakennuttamisessa seuraavan viiden vuoden aikana ?*

Vastaajista hieman alle puolet katsoi vaikeiden pohjarakennuskohteiden lisääntyvän seuraavien viiden vuoden aikana. Nämä vastaajat arvelivat lisääntymisen olevan vähäistä. Yli puolet vastaajista arveli, etteivät vaikeat pohjarakennuskohteet tule lisääntymään. Vastaajien lukumäärät on esitetty seuraavassa taulukossa alaryhmittäin.

Taulukko 9 Rakennuttajien näkemys vaikeiden pohjarakennuskohteiden tulevaisuudesta

ALARYHMÄ	LISÄÄNTYVÄT	EIVÄT LISÄÄNNY
Kaupungit	1	2
Tielaitos	3	2
Valtion rautatiet	1	1
Energian tuottajat	2	1
Metsäteollisuus	1	1
Asuntotuottajat	-	1
Pankit ja vakuutuslaitokset	1	4
Satamalaitokset	1	3
Kaupan keskusliikkeet	2	-
Muut	-	2
YHTEENSÄ	12	17

Taulukko 10 Vaikeiden pohjarakennuskohteiden lähitulevaisuus alueittain

RAKENNUTTAJAN ALUE	LISÄÄNTYVÄT	EIVÄT LISÄÄNNY
Etelä-Suomi	3	5
Keski-Suomi	3	4
Pohjois-Suomi	2	1
YHTEENSÄ	8	10

*Kysymys 5: Onko teillä tällä hetkellä tarkastelun alla jokin erityinen vaativiin pohjarakennusolosuhteisiin rakennettava kohde ? Mikä ?*

Noin kolme neljäsosaa vastaajista ilmoitti jonkin kohteen, jota piti pohjarakentamisen kannalta vaativana. Noin neljännes vastaajista, että heidän edustamallaan rakennuttajaorganisaatiolla ei ole tarkastelussa yhtään vaativiin pohjarakennusolosuhteisiin rakennettavaa kohdetta. Seuraavassa taulukossa on listattu rakennuttajien tulevia vaativia pohjarakennuskohteita. Muitakin vaativiin olosuhteisiin tulevia hankkeita on näköpiirissä. Esimerkiksi E18 - tieyhteyden parantaminen tullee sisältämään vaikeita pohjarakennuskohteita. Yksittäiset hankkeet näyttävät keskittyvän koko volyymia voimakkaammin eteläiseen Suomeen.



Taulukko 11 Rakennuttajien ilmoittavat tulevat vaikeat pohjarakennuskohteet

ALARYHMÄ	RAKENNUTTAJA	KOHDE
Kaupungit	Helsingin kaupunki	Toukolan rannan asuntorakentaminen
Tielaitos	Uudenmaan tiepiiri	Veittoistensuo, Tarvontien ja Kehä III liittymä
	Hämeen tiepiiri	Saarioispuolen suo, Toijalan alueen pehmeiköt, Kohon vesistön ylityksen täyttötöyt
	Keski-Suomen tiepiiri	Kärkistensalmen sillan vesistöpengeri ja syvätiivistys
	Oulun tiepiiri	VT 4 Kiviniemi-Laanila
Valtion rautatiet	Tampereen ratakampus	Hinkan rataoikaisutyö Viialassa
Energian tuottajat	Neste Oy	Imatran Räikkölän kompressoriaseman laajennus
	Kemijoki Oy	Vuoksen ja Kelukosken voimalat
Metsäteollisuus	Yhtyneet paperitehtaat Oy	Aktiivilietelaitos vaihteleville pohjaolosuhteille
	Kaukas Oy	Ranta-alueen täyttö
Pankit ja vakuutuslaitokset	Pohjola Oy	Tampere Lapinniemi - Näsijärven ranta - löysää maata
	Arsenal	Hotelli Helsinki Kluuvissa
Satamalaitokset	Kotka	Satamalaajennukset - Hietanen ja Mussalo
	Raahe Hamina	Sataman laajennus EU3- laiturin rakentaminen
Kaupan keskusliikkeet	KESKO	Kuopion Kolmisopen Citymarket
	SOK	Useampi kohde
Muut	Ilmailulaitos	Kolmas kiitotie Helsinki- Vantaa lentoasema

*Kysymys 6: Millä pohjarakentamisen osa-alueella näette kehitystarvetta? Millaisia ongelmia ko. osa-alueisiin liittyy?*

*Osa-alueet jaoteltuna esim:*

- Paaluperustukset
- Maapohjan vahvistaminen
- Kaivantorakenteet
- Ankkurointi
- Perustusten saneeraus

Eri alaryhmät näkivät pohjarakentamisen kehitystarpeet eri tavalla. Myös alaryhmien sisällä oli vaihteluita. Selkeimmin tuli esiin tarve kehitykseen maapohjan vahvistamisessa sekä erilaiset ympäristöpohjarakentamisen osa-alueet. Erityisesti jatkuvarakennuttajat painottivat ympäristöasioiden merkitystä. Seuraavassa on taulukoitu tärkeimmät kehitysalueet alaryhmittäin nähtynä.

Taulukko 11 Pohjarakentamisen kehitystarpeet rakennuttajien mielestä

ALARYHMÄ	OSA-ALUE, JOSSA KEHITYSTARVETTA
Kaupungit	Syvästabilointi, esirakentaminen, saastuneet maat
Tielaitos	Pyörrepaalut, massastabilointi, stabilointi, pohjavesiolosuhteet
Valtion rautatiet	Paaluperustukset. Kaivantorakenteet, massanvaihdot yms. liikennöidyllä raiteella. Soran korvaavat materiaalit.
Energian tuottajat	Tuhkan käyttö pohjarakentamisessa, maapohjan vahvistaminen, kaivantojen ankkurointi
Metsäteollisuus	Maapohjan vahvistaminen, perustusten saneeraus
Asuntotuottajat	Maapohjan vahvistaminen
Pankit ja vakuutuslaitokset	Perustusten saneeraus, maapohjan vahvistaminen
Satamalaitokset	Maapohjan vahvistaminen
Kaupan keskusliikkeet	Maapohjan vahvistaminen
Muut	-

*Kysymys 7: Kuinka rakennuttamienne kohteiden suunnitteluratkaisu syntyy?*

Suurimmilla jatkuvaa rakennuttamistoimintaa ylläpitävillä rakennuttajilla on osin omaa suunnittelukapasiteettia, kun taas kertarakennuttajat turvautuvat suunnittelutoimistoihin. Seuraavassa taulukossa on esitetty joitakin tyypillisiä piirteitä, jotka liittyvät eri alaryhmien suunnitteluratkaisun syntytapoihin.

Taulukko 12 Rakennuttajien suunnitteluratkaisun syntyminen

ALARYHMÄ	SUUNNITTELURATKAISUN SYNTYMISTAVAN PIIRTEITÄ
Kaupungit	Omaa suunnittelua. Vaikeat kohteet erikoiskonsultin kanssa yhteistyössä.
Tielaitos	Omaa suunnittelua. Kohdekohtainen. Suuri kokonaisuus kerrallaan. Tiepiireissä geoteknikot.
Valtion rautatiet	Joko VR:n georyhmän suunnitteluna tai alan konsulttitoimisto. Georyhmä hyväksyy konsultin suunnitelmat.
Energian tuottajat	Osin omaa suunnittelua. Osin konsultit. Toteutusajalla suuri merkitys hankkeissa.
Metsäteollisuus	Yhteistyönä kokeneen konsultin (henkilön) kanssa.
Asuntotuottajat	Geoasiantuntijan ja rakennesuunnittelijan yhteistyönä.
Pankit ja vakuutuslaitokset	Valinta suunnittelijan esittämien vaihtoehtojen pohjalta.
Satamalaitokset	Osin omaa suunnittelua. Konsulttien kokemuksella.
Kaupan keskusliikkeet	Toiminnallinen lähtökohta.
Muut	Pohjarakennuskonsultti esittää vaihtoehtoja.

*Kysymys 8: Miten suhtaudutte urakoitsijoiden osallistumiseen suunnitteluun / urakoitsijoiden omiin suunnitelmiin ?*

Urakoitsijoiden osallistumiseen suunnitteluun ja urakoitsijoiden omiin suunnitelmiin myönteisellä asenteella voidaan katsoa suhtautuneen yli puolen vastaajista.

Taulukko 13 Rakennuttajien suhtautuminen urakoitsijoiden omaan suunnitteluun

ALARYHMÄ	SUHTAUTUMINEN OMAAN SUUNNITTELUUN
Kaupungit	Positiivinen suhtautuminen.
Tielaitos	Osin varauksellista.
Valtion rautatiet	Osin varauksellista.
Energian tuottajat	Positiivinen suhtautuminen. Ajan puute urakoitsijoiden oman suunnittelun esteenä.
Metsäteollisuus	Osin varauksellista.
Asuntotuottajat	Varauksellista. Hyöty jää urakoitsijoille.
Pankit ja vakuutuslaitokset	Osin varauksellista.
Satamalaitokset	Positiivinen suhtautuminen. Suunnitteluratkaisun on kuitenkin oltava sellainen, että saadaan vertailukelpoisia tarjouksia.
Kaupan keskusliikkeet	Osin varauksellista.
Muut	Positiivinen suhtautuminen. Edellyttää kuitenkin täydellisiä ja asiantuntevia urakkasopimuksia.



*Kysymys 9: Näettekö, että pohjarakentamisessa olisi saavutettavissa etua jonkinasteisella käytettävien menetelmien standardoinnilla sen sijaan, että jokaiseen kohteeseen "räätälöidään uusi ratkaisu" ?*

Vastaajista hieman yli puolet suhtautui myönteisesti jonkinasteiseen standardointiin pohjarakentamisessa. Standardoinnilla katsottiin saavutettavan varmoja ratkaisuja. Loput vastaajat suhtautuivat standardointiin kielteisemmin. Nämä vastaajat katsoivat pohjarakennuksen olosuhteiden olevan miltei aina ainutlaatuisia, ja että kohdekohtainen tarkka suunnittelu tarvitaan edullisimman ratkaisun löytämiseksi.

Taulukko 14 Eri vastaajaryhmien suhtautuminen pohjarakentamisen standardointiin

ALARYHMÄ	MYÖNTEINEN	KIELTEINEN
Kaupungit	1	2
Tielaitos	3	2
Valtion rautatiet	2	-
Energian tuottajat	1	2
Metsäteollisuus	-	2
Asuntotuottajat	1	-
Pankit ja vakuutuslaitokset	1	4
Satamalaitokset	3	1
Kaupan keskusliikkeet	2	-
Muut	2	-

*Kysymys 10: Onko urakoitsijoiden oma suunnittelu lisääntynyt viime vuosina ?*

Vastaajista hieman alle puolet katsoi urakoitsijoiden oman suunnittelun lisääntyneen viime vuosina, kun taas yli puolet vastaajista katsoi, että urakoitsijoiden oma suunnittelu ei ole lisääntynyt. Myös tässä kysymyksessä vastaukset vaihtelivat alaryhmittäin.

Taulukko 15 Urakoitsijoiden oma suunnittelu viime vuosina rakennuttajien mielestä

ALARYHMÄ	ON LISÄÄNTYNYT	EI OLE LISÄÄNTYNYT
Kaupungit	1	2
Tielaitos	2	3
Valtion rautatiet	1	1
Energian tuottajat	1	2
Metsäteollisuus	1	1
Asuntotuottajat	1	-
Pankit ja vakuutuslaitokset	1	4
Satamalaitokset	4	-
Kaupan keskusliikkeet	-	2
Muut	-	2

*Kysymys 11: Tuleeko urakoitsijoiden oma suunnitleminen rakennuttamissanne kohteissa lisääntymään lähitulevaisuudessa ?*

Urakoitsijoiden oman suunnittelun arveli lisääntyvän alle puolet vastaajista, osa tosin varauksellisesti. Yli puolet vastaajista katsoi, ettei urakoitsijoiden oma suunnitleminen tule lisääntymään lähitulevaisuudessa.

**Taulukko 16 Rakennuttajien arviot urakoitsijoiden oman suunnittelun lisääntymisestä lähitulevaisuudessa**

ALARYHMÄ	LISÄÄNTYY	EHKÄ LISÄÄNTYY	EI LISÄÄNNY
Kaupungit	-	2	1
Tielaitos	2	1	1
Valtion rautatiet	-	1	1
Energian tuottajat	1	-	2
Metsäteollisuus	-	-	2
Asuntotuottajat	-	-	1
Pankit ja vakuutuslaitokset	1	-	4
Satamalaitokset	1	1	2
Kaupan keskusliikkeet	-	-	2
Muut	-	1	1

*Kysymys 12: Minkälaisia ongelmia urakoitsijoiden omassa suunnittelussa mielestänne on ?*

Ongelmina nähtiin muiden muassa liian lyhyt aika omien suunnitelmien tekemiseen, suunnitelmien huono laatu, vain oman kaluston huomiointi ja tarjousten huono vertailtavuus. Samat asiat toistuivat pienin poikkeuksin kaikkien alaryhmien vastauksissa. Kokonaisuutena rakennuttajat suhtautuivat epäilevästi urakoitsijoiden omaan suunnitteluun.

Taulukko 17 Urakoitsijoiden omaan suunnitteluun liittyvät ongelmat

ALARYHMÄ	ONGELMAT
Kaupungit	Liian lyhyt aika omaan suunnitteluun. Ammattitaidottomuus suunnitteluun. Tarjousten vertailu ja arviointi voi olla hankalaa.
Tielaitos	Tarjousten huono vertailtavuus. Takuu aika liian lyhyt. Suunnittelun taso laskee. Kustannukset kasvavat. Lähtötietojen puutteellisuus. Laadun heikentyminen.
Valtion rautatiet	Liian lyhyt aika omaan suunnitteluun. Ratkaisuja ei ole harkittu loppuun asti.
Energian tuottajat	Lähtötietojen puutteellisuus. Vaikutus yläpuolisiin rakenteisiin vaikea selvittää. Rajoittaa kilpailua. Urakoitsija ei voi ottaa huomioon kokonaisuutta.
Metsäteollisuus	Teoreettisen osaamisen puute. Näennäisesti halvat ratkaisut, joissa ei katsota asioita rakennuttajan kannalta.
Asuntotuottajat	Suunnitelmien taso korkeintaan keskinkertainen.
Pankit ja vakuutuslaitokset	Ratkaisut sidottu urakoitsijan kalustoon. Pohjarakennussuunnittelu minimoidaan. Kilpailun väheneminen.
Satamalaitokset	Tingitään laadusta. Tarjousten vertailu vaikeaa. Oman kaluston käyttö ei aina sovi muuhun urakkaan.
Kaupan keskusliikkeet	Tingitty laadusta. Oman kaluston käyttö.
Muut	Tilaa ei saa välttämättä kustannussäästöä itselleen. Suunnittelun laatu huonoa.

*Kysymys 13: Minkälaisena pidätte georakentamisen suunnittelutoimistojen osaamisen tasoa ?*

Suunnittelutoimistojen osaamisen tasoa pidettiin yleisesti hyvänä tai kohtuullisena. Suunnittelutoimistoja arvosteltiin muiden muassa liiallisesta "varman päälle" suunnittelusta ja heikohkosta kustannustietoudesta. Suunnittelijaksi valittavan henkilön merkitystä korostettiin myös. Suunnittelutoimistojen tasoa pidettiin yleisesti melko kirjavana.



Taulukko 19 Rakennuttajien mielipiteitä suunnittelutoimistojen osaamisen tasosta

ALARYHMÄ	MIELIPITEET
Kaupungit	Taso on hyvä, osin kirjava. Lama heikentänyt.
Tielaitos	Korkeatasoinen. Henkilöstö merkittävä tekijä.
Valtion rautatiet	Taso on vaihteleva.
Energian tuottajat	Hyvä. Kustannustietoisuus heikohkoa.
Metsäteollisuus	Taso hyvä, osin kirjava. Henkilöstö merkittävä tekijä.
Asuntotuottajat	Liiallista varman päälle suunnittelua.
Pankit ja vakuutuslaitokset	Hyvä tai kohtuullinen osaaminen.
Satamalaitokset	Hyvä. Taloudellisuudessa kehittämistä.
Kaupan keskusliikkeet	Vaihtelevaa. Varman päälle suunnittelua.
Muut	Kohtuullinen. Henkilöstö merkittävä tekijä.

*Kysymys 14: Ovatko saamanne suunnitteluratkaisut taloudellisia ja saatteko suunnittelijoilta taloudellisuustietoa ?*

Noin kaksi kolmasosaa vastaajista piti suunnitteluratkaisuja taloudellisina ja ilmoitti saavansa taloudellisuustietoa. Noin kolmasosa vastaajista taas oli sitä mieltä, etteivät suunnitteluratkaisut ole aina taloudellisia ja että suunnittelutoimistoilta ei saada taloudellisuustietoa. Rakennuttaja luottavat saamiensa suunnitelmien taloudellisuuteen.

Taulukko 20 Suunnitteluratkaisuiden taloudellisuus rakennuttajien mielestä

ALARYHMÄ	TALOUDELLISUUS OK	PARANTAMISTA ON
Kaupungit	2	1
Tielaitos	4	-
Valtion rautatiet	2	-
Energian tuottajat	3	-
Metsäteollisuus	-	2
Asuntotuottajat	-	1
Pankit ja vakuutuslaitokset	5	-
Satamalaitokset	1	3
Kaupan keskusliikkeet	1	1
Muut	-	2

*Kysymys 15: Miten rakennuttaminen on kehittymässä ? Ollaanko siirtymässä kohti KVR:sta, tuoteosakauppaa ja/tai osaurakoita ?*

Rakennuttamisen kehityssuunnissa oli selviä eroja eri alaryhmissä. Osaurakoinnin lisääntyminen on selkein kehityssuunta. Urakoiden pilkkominen saattaa lähitulevaisuudessa johtaa tilaaja/tuottaja rakennuttamiseen ja tämä taas saattaa mahdollistaa myös projektinjohto- tyyppisen urakoinnin.

Taulukko 21 Rakennuttamisen kehityssuunnat

ALARYHMÄ	KEHITYSSUUNNAT
Kaupungit	Osaurakointi lisääntyy. Osin omana työnä.
Tielaitos	KVR / LVR lisääntyy edelleen. Suuria urakoita.
Valtion rautatiet	Osaurakointi lisääntynee.
Energian tuottajat	KVR säilynee. Projektinjohtourakointia. Tavoitehintaisia yhteistyöhankkeita.
Metsäteollisuus	Osaurakointi lisääntyy.
Asuntotuottajat	Osaurakointi lisääntynee.
Pankit ja vakuutuslaitokset	Osaurakointi lisääntynee.
Satamalaitokset	KVR vähenee. Osaurakointi lisääntyy.
Kaupan keskusliikkeet	Osaurakointi lisääntynee.
Muut	Osaurakointi lisääntynee. Ehkä tuoteosakauppakin.

*Kysymys 16: Onko vaativiin kohteisiin saatavissa urakoitsijoita ? Kuinka monta ? Ketkä urakoivat ?*

Vastaajat olivat yleisesti sitä mieltä, että vaativiinkin kohteisiin on saatavilla urakoitsijoita. Yleisin arvio urakoitsijoiden lukumäärästä liikkui viiden paikkeilla. Seuraavat urakoitsijat mainittiin useimmin:

- YIT-Yhtymä Oy	10 / 11 mainintaa
- Terramare Oy	8 / 11 mainintaa
- Rakennus Oy Lemminkäinen	5 / 11 mainintaa
- TEKRA Oy	5 / 11 mainintaa
- E.M.Pekkinen Oy	4 / 11 mainintaa
- POLAR-rakennus	3 / 11 mainintaa
- Kreuto Oy	3 / 11 mainintaa

*Kysymys 17: Minkätasoinen on em. pohjarakentamisen urakoitsijoiden kalusto, laatu ja tekninen osaaminen ?*

Suurin osa vastaajista piti urakoitsijoiden kalustoa, laatua ja teknistä osaamista hyvänä tai kohtuullisena. Vain noin neljännes vastaajista oli sitä mieltä, että em. asiat eivät ole kunnossa.

Taulukko 21 Pohjarakentamisen urakoitsijoiden taso rakennuttajien mielestä

ALARYHMÄ	ARVIO URAKOITSIJOIDEN KALUSTON, LAADUN JA TEKNISEN OSAAMISEN TASOSTA
Kaupungit	Hyvä tai kohtalainen. Paalutus ja syvästabilointikalusto on hyvää, mutta sitä on vähän.
Tielaitos	Hyvä tai kohtalainen. Paalutus ja syvästabilointikalusto on hyvää. Osin kalusto ja tekninen osaaminen ovat vaihtelevia. Lama saattaa vaikuttaa.
Valtion rautatiet	Pääosin hyvää. Suurilla kunnossa. Pienillä ja keskisuurilla kalustossa ja osaamisessa toivomisen varaa.
Energian tuottajat	Hyvä. Henkilöstö ratkaisee.
Metsäteollisuus	Kalusto hyvä tai kohtalainen. Lama heikentänyt. Tekninen osaaminen keskinkertainen. Laatu kohtalainen.
Asuntotuottajat	Kohtuullinen. Kalustoa ei varmaan ole viime vuosina uusittu.
Pankit ja vakuutuslaitokset	Hyvä.
Satamalaitokset	Hyvä ja luotettava. Lama alkaa vaikuttaa kalustoon.
Kaupan keskusliikkeet	Hyvä. Lama saattaa vaikuttaa.
Muut	Melko hyvää, osin kirjavaa. Lama saattaa vaikuttaa.

*Kysymys 18: Millaisena pidätte kilpailutilannetta pohjarakennusurakoinnissa nyt ja lähitulevaisuudessa ?*

Vastaajista noin puolet piti kilpailutilannetta pohjarakennusurakoinnissa kireänä tai tiukkana. Kohtuullisena tai hyvänä kilpailutilannetta piti kolmannes vastaajista. Vain noin joka kymmenes vastaajaa piti kilpailua liian vähäisenä.

Noin puolet vastaajista pyrki arvioimaan lähitulevaisuuden kilpailunäkymiä. Kilpailun uskoi jatkuvan kireänä puolet näistä vastaajista ja toinen puoli uskoi kilpailun vähenevän.



Taulukko 23 Rakennuttajien arviot kilpailutilanteesta pohjarakennusurakoinnissa.

ALARYHMÄ	TIUKKAA	KOHTUULLISTA	LIIAN HEIKKOA
Kaupungit	2	1	-
Tielaitos	2	2	1
Valtion rautatiet	1	-	-
Energian tuottajat	2	1	-
Metsäteollisuus	-	2	-
Asuntotuottajat	1	-	-
Pankit ja vakuutuslaitokset	1	3	1
Satamalaitokset	3	-	1
Kaupun keskusliikkeet	2	-	-
Muut	1	1	-

### Johtopäätökset

Kyselyyn vastanneiden rakennuttajien volyymi on laskenut viime vuosina. Kasvua on kuitenkin jo näköpiirissä. Urakoinnin osuus vaihtelee voimakkaasti. Vaikka esimerkiksi suurten kaupunkien volyymit ovat suuria, niin urakalla teettämisen osuus on pieni.

Myös pohjarakentamisen osuus urakoinnista vaihtelee eri rakennuttajilla.

Pohjarakentamisen alueellista painottumista etelä-Suomeen kuvaavat hyvin tielaitoksen toteutumatiedot, joissa Turun tiepiirin osuus pohjarakentamisesta on hallitseva.

Ne rakennuttajat, jotka teettävät suurimman osan kohteista urakalla, tulevat lähitulevaisuudessa teettämään monia suuria yksittäisiä vaikeissa pohjarakennusolosuhteissa toteutettavia kohteita. Nämä rakennuttajat käyttävät pääsääntöisesti ulkopuolisia suunnittelijoita ja suhtautuvat varauksellisesti urakoitsijoiden omaan suunnitteluun. Vaikeisiin kohteisiin keskittyvien urakoitsijoiden markkinat saattavat siis kasvaa, mutta omilla suunnitelmilla voi olla vaikeaa voittaa urakoita.

Kokonaisuudessaan kyselyyn vastanneet rakennuttavat vaikeita pohjarakennuskohteita vuosittain 50...70 kappaletta. Nämä kohteet jakautuvat melko tasaisesti koko rakennuttajakenttään. Suurimpina vaikeiden kohteiden rakennuttajina erottuvat Tielaitos ja Valtion rautatiet.

Noin puolet vastaajista katsoi vaikeiden pohjarakennuskohteiden lisääntyneen viime vuosina. Alaryhmistä selkeimmin kasvua oli tapahtunut Valtion rautateillä, energian tuottajilla, metsäteollisuudessa ja kaupan keskusliikkeissä. Vaikeat kohteet eivät olleet lisääntyneet millään maantieteellisellä alueella kokonaisjakaumasta poikkeavalla tavalla.

Vaativat pohjarakennuskohteet eivät tule merkittävästi lisääntymään lähitulevaisuudessa. Jotkin rakennuttajat arvioivat tosin vähäistä lisääntymistä tapahtuvan. Myöskään millään tietyllä maantieteellisellä alueella ei ole näköpiirissä merkittävää lisäystä.

Suurimmalla osalla rakennuttajista oli tarkastelun alla jokin vaativiin pohjarakennusolosuhteisiin rakennettava kohde. Tulevia suuria vaikeissa pohjarakennusolosuhteissa toteutettavia hankkeita ovat muiden muassa Helsingin kaupungin asuntorakennusalue Toukolan rannassa, Kemijoki Oy:n Vuotoksen ja Kelukosken voimalat sekä Ilmailulaitoksen kolmas kiitotie Helsinki-Vantaa lentoasemalle. Yksittäiset suuret kohteet näyttävät keskittyvän kokonaisvolyymin voimakkaammin eteläiseen Suomeen.

Pohjarakentamisessa rakennuttajat näkevät kehitystarvetta eniten maapohjan vahvistamisessa. Muita mainittuja kehitystarpeen alueita olivat kaivantorakenteet ja ankkurointi, esirakentaminen, saastuneiden maiden pohjarakennus, sekä perustusten saneeraus.

Myös ympäristörakentamiseen liittyvä pohjarakentaminen nähtiin selkeänä kehitysalueena. Erityisesti jatkuvarakennuttajat kokevat ympäristönäkökohdat tärkeinä. Näiden rakennuttajien mielestä urakoitsijoiden oma suunnittelu on lisääntynyt viime vuosina. Samoin jatkuvarakennuttajat suhtautuvat melko positiivisesti urakoitsijoiden omaan suunnitteluun.

Suurimmilla rakennuttajilla on omaa geosuunnittelua. Suuretkin rakennuttajat käyttävät kuitenkin ainakin osin vaikeissa kohteissa suunnittelijakonsulttia. Kertaluontoisesti rakennuttavat käyttävät suunnittelussa pääsääntöisesti suunnittelutoimistoja. Suurimmat rakennuttajat osallistuvat suunnittelun kulkuun aktiivisemmin kuin kertaluontoisesti rakennuttavat. Nämä antavat lähtöarvot ja valitsevat sitten pohjarakennuskonsultin esittämistä vaihtoehdoista.

Suhtautuminen urakoitsijoiden omaan suunnitteluun oli melko vaihtelevaa. Ongelmina koettiin muiden muassa tarjousten huono vertailukelpoisuus, ajan puute urakoitsijan suunnittelussa sekä urakkasopimusten ongelmat. Lisäksi rakennuttajat pelkäävät oman suunnittelun hyödyn jäävän vain urakoitsijalle. Kaikenkaikkiaan suhtautuminen urakoitsijoiden omaan suunnitteluun on kriittistä.

Rakennuttajat suhtautuvat melko ristiriitaisesti myös pohjarakentamisen menetelmien standardointiin. Pohjarakentamisessa voidaan paikoin käyttää standardinomaisia ratkaisuja, mutta usein olosuhteet ovat niin vaihtelevat, että vain erilaisia menetelmiä ja toteutustapoja yhdistelemällä päästään taloudelliseen ratkaisuun.

Urakoitsijoiden oma suunnittelu ei ole rakennuttajien mielestä juurikaan lisääntynyt. Vain satamalaitokset katsoivat poikkeuksetta urakoitsijoiden oman suunnittelun lisääntyneen. Osa rakennuttajista, lähinnä kertarakennuttajat katsoivat selkeästi, että urakoitsijoiden oma suunnittelu ei ole lisääntynyt. Tarjoamalla näiden rakennuttajien kohteisiin omia vaihtoehtoja voidaan kenties saavuttaa kilpailuetua. Toisaalta juuri nämä rakennuttajat suhtautuvat varsin varauksellisesti urakoitsijoiden omiin suunnitelmiin.

Rakennuttajien mielestä urakoitsijoiden oma suunnittelu ei tule lisääntymään lähitulevaisuudessa. Tielaitoksen ja satamalaitosten rakennuttajakyselyyn vastanneet henkilöt arvioivat selkeimmin, että oma suunnittelu lisääntyy.



Omaan suunnitteluun keskeisesti liittyvän aikatekijän eliminoimiseksi urakoitsijan tulee kyetä pääsemään kiinni projektiin jo sen suunnitteluvaiheessa, ennen tarjouskyselyä. Omien suunnitelmien laatua voidaan nostaa nykyisellä organisaatiolla ainoastaan käyttämällä ulkopuolisia geosuunnittelun ammattilaisia.

Omia suunnitelmia pohdittaessa tulee ottaa huomioon myös mahdolliset tiedossa olevien alaurakoitsijoiden erikoisosaamiset, eikä vain omaa kalustoa. Tarjousten laatimisessa tulee lisäksi ottaa huomioon se, että vaihtoehtoinen suunnitelmakin täyttää kohteen toiminnalle ja laadulle asetetut vaatimukset ja korostaa näitä seikkoja tarjouskirjeessä. Näin muodostettu tarjous on vertailukelpoinen muiden tarjousten kanssa.

Rakennuttajat arvioivat suunnittelutoimistojen tason olevan hyvä. Urakoitsija ja suunnittelija voivat sopia järjestelystä, jossa suunnittelijan tekemän suunnitelman kustannustarkastelun suorittaa urakoitsija. Näin mahdollistetaan edullisimman ja urakoitsijalle sopivimman suunnitelman muodostuminen. Valitessaan konsulttia omia suunnitelmia pohtiessaan urakoitsijan tulee kiinnittää huomiota siihen, että oikea henkilö suunnittelutoimistossa pohtii erilaisia vaihtoehtoja, ja että suunnitteluratkaisun kustannuksia pohditaan suunnittelun edetessä.

Rakennuttajat pitävät saamiaan suunnitteluratkaisuja pääsääntöisesti taloudellisina. Suunnitteluratkaisuiden taloudellisuudessa näkivät parantamisen varaa satamalaitokset, metsäteollisuus, yksi asuntorakennuttaja, Ilmailulaitos ja Rakennushallitus. Nämä rakennuttajat voivat olla otollisia urakoitsijan oman suunnittelun kohteita.

Rakennuttamisessa selkeä kehityssuunta on osaurakoinnin lisääntyminen. Ainoastaan Tielaitos katsoi KVR:n / LVR:n lisääntyvän. Pohjarakentamiseen tehtävien investointien kannalta katsottuna tämä kehitys vaikuttaa huolestuttava, sillä pohjarakentamisen erikoisosaamisella ei tulevaisuudessa ehkä enää voiteta suuria kokonaisuuksia ja muuta työtä sisältäviä kohteita. Mahdollisuuksia saattaa tarjota projektinjohto- tyyppinen osaaminen.

Kyselyyn vastanneiden rakennuttajien mukaan vaativiin kohteisiin on saatavilla urakoitsijoita riittävästi. Vahvimmat yritykset alalla ovat vastauslukumääristä päätellen YIT-yhtymä, Terramare, Rakennus Oy Lemminkäinen, Tekra, E.M.Pekkinen, Polar-rakennus ja Kreuto. Rakennus Oy Lemminkäinen sijoittuu vaativien pohjarakennusosaajien joukkoon jo nykyisellä osaamisellaan. Mahdollinen erikoisosaaminen vahvistaisi edelleen asemia. Positiivista on se, että yritys mielletään jo nyt vaativien pohjarakennuskohteiden rakentajaksi.

Urakoitsijoiden kalustoa, laatua ja teknistä osaamista pidetään hyvänä. Osa rakennuttajista pelkää laman vaikutuksia. Varsinkin kaluston osalta tilanne on saattanut heikentyä laman aikana. Investointeja ei ole tehty ja osa kalustosta on poistunut kokonaan markkinoilta. Kaluston vanhentuminen ja osittainen poistuminen markkinoilta saattaa avata mahdollisuuksia tulevaisuudessa rakennusmarkkinoiden hiljalleen elpyessä niille, joilla on varaa investoida. Kilpailutilanne pohjarakentamisessa on kireä ja tullee säilymään kireänä ainakin lähitulevaisuudessa.



### 4.3.2 Kysely pohjarakentamisen suunnittelijoille

#### Valinta

Kysely tehtiin 32:lle suunnittelutoimistolle eli jokaiselle konsulttitoimistojen liiton jäsenelle, joka on ilmoittanut suunnittelualakseen geotekniikan sekä kahdelle konsulttitoimistolle, jotka eivät esiintyneet SKOL:n luettelossa (liite 5).

Vastausten saamiseksi viidelle suurimmalle suunnittelutoimistolle tehtiin kysymykset haastattelun muodossa. Lisäksi kolmea muuta konsulttia käytiin haastattelemassa, koska nähtiin tärkeäksi saada ko. suunnittelijoiden näkemys mahdollisen erikoisosaamisen valossa. Muille kyselyn kohteille soitettiin ennen kyselylomakkeiden lähettämistä ja kerrottiin tutkimuksen taustaa, ei kuitenkaan toimeksiantajaa. Mikäli vastausta määräaikaan mennessä ei oltu saatu, soitettiin vastaajille uusi puhelu ja pyydettiin toimittamaan vastaus mahdollisimman pikaisesti. Kyselyyn vastasi 9 suunnittelutoimistoa ja haastatteluun em. 8 konsulttia, joten yhteensä vastanneita oli 17 kappaletta eli 53 prosenttia kohdejoukosta. Vastanneet konsultit edustavat laskutukseltaan noin 80 prosenttia geotekniikan suunnittelutoimistojen SKOL:lle ilmoittamista kokonaislaskutuksista (SKOL, 1994b). Otoksen voidaan katsoa olevan edustava.

#### Kysymykset ja vastaukset

Miltei kaikki kyselyyn vastanneet vastasivat myös kaikkiin yksittäisiin kysymyksiin. Yksittäisiin kysymyksiin jätti vastaamatta vai yksi tai kaksi vastaajaa.

*Kysymys 1: Yleistiedot suunnittelutoimistosta: Laskutuskehitys, geoteknisen laskutuksen kehitys ja kokeneet geoteknikot (määrä, nimet ja kokemus).*

Laskutustiedot olivat useilla vastaajilla likimääräisiä, osin puutteellisiakin. Vuoden 1994 laskutustiedon antaneiden toimistojen (14 vastaajaa) kokonaislaskutus vuonna 1994 oli yhteensä 322 Mmk. Keskimääräinen laskutus oli 23,0 Mmk. Vuonna 1995 vastaajat arvelivat laskutuksensa pysyvän suurinpiirtein samalla tasolla. Vuodesta 1992 lähtien laskutus oli yhtä poikkeusta lukuunottamatta laskenut.

Geotekniikan (sis. pohjatutkimukset) laskutustiedon antaneiden geolaskutus vuonna 1994 oli 45 Mmk (14 vastaajaa). Keskimääräinen luku oli 3,2 Mmk. Vuonna 1995 neljä vastaajaa katsoi geolaskutuksensa kasvavan hieman, kaksi pysyvän ennallaan ja yksi laskevan. Vuodesta 1992 lähtien myös geolaskutus oli vähentynyt poikkeuksena kaksi vastaajaa.

Kokeneita geoteknikkoja konsultit ilmoittivat toimistoissaan työskentelevän yhteensä 91 kpl. Keskimäärin toimistoissa työskenteli viisi kokenutta geoteknikkoa. Kokemuskäsitettä ei tässä kysymyksessä rajattu, vaan vastaajat antoivat nimet ja kokemustietoja (yleensä alalla työskennellyt vuodet). Keskimäärin kokeneeksi määritelty henkilö oli työskennellyt alalla 18.5 vuotta. Alalla työskennellyt vuodet ei sinänsä ole ainoa osaamisen kriteeri.

*Kysymys 2: Pohjarakennuskohteiden suunnittelun jakauma menetelmittäin (vuonna 1994)*

Menetelmittäin muodostetussa taulukossa annettiin seuraavat sarakkeet täytettäväksi:

- kohteiden lukumäärä,
- määrä ja yksikkö,
- tulevaisuus,
- vaihtoehdot,
- syrjäyttää,
- tyypillinen kohde ja
- huom.

Selkeimmin osuuttaan tulevat kasvattamaan erilaiset synteettiset valmisteet, kuten geovahvisteverkot ja geovahvistematot sekä muut synteettiset valmisteet. Samoin osuuttaan kasvattanevat esimerkiksi pienidimensioiset teräspaalut.

Taulukko 24 Osuuttaan kasvattavat menetelmät (Syvästabilointi oli vastauslomakkeissa jaettu kolmeen osaan sideaineen mukaisesti)

MENETELMÄ	VASTAAJIEN LKM.	KASVAVA	ENNALLAAN	VÄHENEVÄ
Muut synteettiset valm.	6	100 %	0 %	0 %
Vahvistinmatot	12	83 %	17 %	0 %
Teräspaalut (pieni dim.)	10	80 %	20 %	0 %
Suihkupaalutus	7	75 %	25 %	0 %
Vahvistinverkot	12	75 %	25 %	0 %
Syvästabilointi	3	67 %	33 %	0 %
Perustusten vahvist.	7	67 %	33 %	0 %
Kalkki/sementti- pilari	11	64 %	36 %	0 %
Teräspaalut (suuri dim.)	10	60 %	30 %	10 %

Taulukko 24 Asemansa säilyttävät menetelmät (Syvästabilointi oli vastauslomakkeissa jaettu kolmeen osaan sideaineen mukaisesti)

MENETELMÄ	VASTAAJIEN LKM.	KASVAVA	ENNALLAAN	VÄHENEVÄ
Kallioankkurit	7	22 %	78 %	0 %
Maainjektointi	7	13 %	75 %	12 %
Maan jäädytys	4	0 %	75 %	25 %
Settiseinät	8	0 %	75 %	25 %
Maa-ankkurit	9	27 %	73 %	0 %
TB - lyöntipaalut	14	20 %	73 %	7 %
Paaluseinät	8	22 %	67 %	11 %
Kaivantoseinät	6	17 %	67 %	16 %
Suurpaalut	11	0 %	67 %	33 %
Teräsponttiseinät	14	26 %	67 %	7 %
Elementtiseinät	6	17 %	66 %	17 %
Täryhuuhdeltu	7	13 %	63 %	24 %
Juuri-/ mikropaal.	8	37 %	63 %	0 %
Tärytiivistys	5	20 %	60 %	20 %
Puuponttiseinä	5	0 %	60 %	40 %
Pudotustiiivistys	10	20 %	60 %	20 %
Maan naulaus	6	43 %	57 %	0 %
Uppokaivot	10	36 %	55 %	9 %
Sementtipilarit	13	46 %	54 %	0 %
Maan poltto	2	50 %	50 %	0 %
Porapaalut	12	23 %	46 %	31 %

Taulukko 25 Asemaansa menettävät menetelmät (Syvästabilointi oli vastauslomakkeissa jaettu kolmeen osaan sideaineen mukaisesti)

MENETELMÄ	VASTAAJIEN LKM.	KASVAVA	ENNALLAAN	VÄHENEVÄ
Tiivistyspaalutus	10	0 %	10 %	90 %
Kalkkipilarointi	11	0 %	18 %	82 %
Elementtipaalut	8	24 %	13 %	63 %
Puiset lyöntipaalut	14	7 %	40 %	53 %
Esikonsolidointi	13	21 %	36 %	43 %



Maassamme käytössä olevien pohjarakennusmenetelmien markkinoista on seuraavassa esitetty yhteenveto.

### *Paaluperustukset*

*Puupaalujen* käyttö maassamme tulee vähenemään. Käyttökohteita ovat putkilinjat, pengerspaalutus ja telinepaalutus. Vaihtoehtoina menetelmälle suunnittelijat näkivät ensisijaisesti teräsbetoniset lyöntipaalut sekä stabiloinnin. Kyselyyn vastanneet olivat vuonna 1994 suunnitelleet puupaalukohteita 16 kappaletta ja keskimääräinen kohdekoko oli noin 150 *jm*.

*Teräsbetonisten lyöntipaalujen* käyttö tulee säilymään ennallaan. Tyypillisesti teräsbetonisia paaluja käytetään talonrakennuksessa, mutta myös infrarakentamisen yhteydessä. Vaihtoehtoisina menetelminä tulevat kyseeseen teräspuikipaalut ja suurpaalut. Kyselyyn vastanneet konsultit ilmoittivat suunnitellensa yhteensä noin 400 teräsbetonipaalukohdetta vuonna 1994. Keskimääräinen kohdekoko oli 790 *jm*.

Rakennustuoteteollisuudesta (RTT) saatujen tietojen mukaan Suomessa myytiin vuonna 1989 noin 1700 kilometriä teräsbetonipaaluja. Vuonna 1992 (viimeinen tilastoitu vuosi) vastaava luku oli noin 1000 *km*. Markkina-arvoltaan (noin 120,-/ *jm*) tämä vastaa noin 120 miljoonaa markkaa. Kahtena viime vuonna markkinat ovat saattaneet edelleen hieman pientyä.

*Hoikkien teräspaalujen* katsottiin syrjäyttävän jossain määrin teräsbetonipaaluja. Tyypillisiä kohteita ovat saneerauskohteet. Vuonna 1994 kyselyyn vastanneet suunnittelijat olivat käyttäneet hoikkia teräspaaluja 55:ssä kohteessa keskimääräisen kohdekoon ollessa 280 *jm*.

*Suuriläpimittaisten teräspaalujen* arveltiin korvaavan tulevaisuudessa betonisten suurpaalujen käyttöä. Tyypillisiä kohteita ovat sillat, satamat ja laiturit. Vuonna 1994 kyselyyn vastanneet suunnittelijat olivat käyttäneet massiivisia teräspaaluja 26:ssa kohteessa keskimääräisen kohdekoon ollessa noin 90 *jm*.

*Suurpaalujen* käytön arveltiin pysyvän ennallaan tai vähenevän hieman. Tyypillisiä kohteita ovat sillat ja muut kohteet, joissa joudutaan tekemisiin suurten kuormien kanssa. Vaihtoehtoina suurpaaluille nähtiin teräsbetoniset lyöntipaalut sekä suuriläpimittaiset teräspaalut. Kyselyyn vastanneet konsultit ilmoittivat suunnitelleensa vuonna 1994 suurpaalukohteita 36 kappaletta. Kohteiden keskimääräinen koko oli noin 110 *jm*.

*Elementtipaalujen* käyttö Suomessa vähenee entisestään. Tyypillinen kohde on saneerauskohde. Vaihtoehtoina menetelmälle nähtiin hoikat teräspaalut ja suihkupaalutus. Kyselyyn vastanneet konsultit ilmoittivat suunnitelleensa vuonna 1994 vain 2 elementtipaalukohdetta.

### *Maapohjan vahvistaminen*

*Täryhuuhtelun* markkinat pysyvät pieninä. Vaihtoehdot menetelmälle ovat syvästabilointi ja tiivistyspaalutus. Vuonna 1994 konsultit ilmoittivat suunnitelleensa vain yhden täryhuuhtelukohteen.

*Pudotustiivistyksen* markkinat pysyvät suunnittelijoiden vastausten perusteella ennallaan. Tyypillisiä kohteita ovat erilaisten täyttökohdeiden tiivistystyöt. Vaihtoehtoina menetelmälle nähtiin paalutus, tiivistyspaalutus, syvästabilointi ja esikuormitus. Syvästabilointi tosin sopii harvoin tyypillisiin pudotustiivistyksen kohteisiin. Pudotustiivistyksen katsottiin syrjäyttävän tiivistyspaalutusta. Kyselyyn vastanneet olivat suunnitelleet vuonna 1994 pudotustiivistyskohteita 15 kappaletta. Keskimäärin näiden kohteiden koko oli 2000 m<sup>2</sup>.

*Tiivistyspaalutus* tulee selvästi vähenemään. Tyypillisiä kohteita ovat löyhille kitkamaille tulevat kohteet. Vaihtoehtoina menetelmälle nähtiin syvästabilointi, pudotustiivistys ja muut syvätiivistysmenetelmät. Syvästabilointi tosin soveltuu heikosti löyhille kitkamaille. Yhteensä tiivistyspaalutuksella suunniteltuja kohteita kyselyyn vastanneet konsultit olivat vuonna 1994 suunnitelleet vain 2 kappaletta.

*Pystyöjituksen* katsottiin vähenevän hiukan tai pysyvän ennallaan. Tyypillisiä pystyöjituskohteita ovat aluerakentaminen ja tierakentaminen. Vaihtoehtoina pystyöjitukselle nähtiin syvästabilointi, kevennys, massastabilointi, massanvaihto sekä paalutus. Yhteensä kyselyyn vastanneet konsultit olivat vuonna 1994 suunnitelleet pystyöjituskohteita 35 kappaletta. Keskimääräinen pystyöjitusmäärä näissä kohteissa oli noin 10 km.

*Maainjektoinnin* osalta kyselyn vastaukset osoittavat menetelmän säilyttävän osuutensa. Tyypillisiä käyttötarkoituksia ovat perustusten vahvistaminen sekä lujitus- ja tiivistystyöt. Vaihtoehtoina maainjektoinnille nähtiin stabilointi, maan jäädytys, paalutus ja suihkupaalutus. Yhteensä maainjektointikohteita kyselyyn vastanneet konsultit olivat vuonna 1994 suunnitelleet 9 kappaletta.

*Syvästabiloinnissa* on nykyisin yleistynyt kalkin ja sementin sekoituksen käyttö sideaineena. Myös erilaisten sivutuotteiden käyttöä sideaineena on tutkittu. Vastaajat arvelivat syvästabiloinnin säilyttävän asemansa. Rakentamisen keskittyminen heikoille pohjille saattaa jopa lisätä syvästabiloinnin markkinoita. Tyypillisiä syvästabiloinnilla toteutettavia kohteita ovat erilaiset tie- ja liikennealueisiin sekä kenttiin liittyvät vahvistustyöt. Vaihtoehtoina syvästabiloinnille nähtiin paalutus, massanvaihto, esikuormitus, pystyöjitus ja kevennykset. Yhteensä kyselyyn vastanneet konsultit olivat vuonna 1994 suunnitelleet syvästabilointikohteita 78 kappaletta. Keskimääräinen stabilointipilarien määrä näissä kohteissa oli noin 6 km.

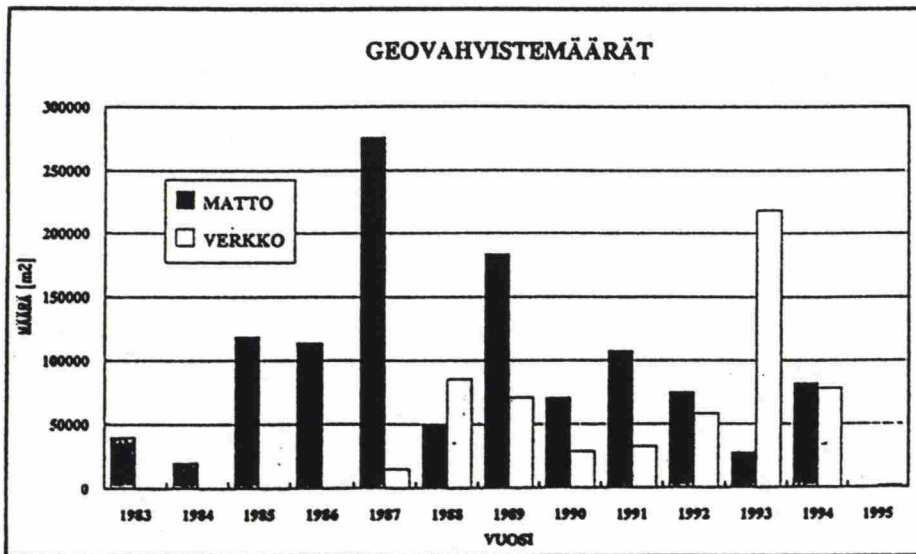
*Vahvistekankaiden* (-mattojen) osuuden arveltiin kasvavan reippaasti. Tyypillisiä kohteita ovat tiet, kentät, luiskat ja penkereet. Vaihtoehtoina vahvistekankaiden käytölle nähtiin vahvisteverkot, syvästabilointi ja vastapenkereet sekä tukimuurit. Vahvistekankailla suunniteltuja kohteita vastaajat ilmoittivat suunnitelleensa vuonna 1994 yhteensä 32 kappaletta. Keskimääräinen kohde oli kooltaan noin 800 m<sup>2</sup>.



*Vahvisteverkkojen* osuuden arveltiin myös kasvavan. Tyypillisiä kohteita ovat samoin kuin vahvistekankaillakin tiet, kentät, luiskat ja penkereet. Vaihtoehtoina vahvisteverkkojen käytölle nähtiin myös vastaavasti kuin vahvistekankailla tukimuurit, syvästabilointi ja vastapenkereet sekä vahvistekankaat. Vahvisteverkoilla suunniteltuja kohteita vastaajat ilmoittivat suunnitelleensa vuonna 1994 yhteensä 13 kappaletta. Keskimääräinen kohde oli kooltaan noin 400 m<sup>2</sup>.

*Muiden synteettisten valmisteiden* osuuden arveltiin myös kasvavan selvästi. Tyypillisiä kohteita ovat kaatopaikat, altaat ja muu ympäristörakentaminen. Vaihtoehtoina nähtiin betonialtaiden käyttö ja suodatinhiekkä. Muita synteettisiä valmisteita käyttäen suunniteltuja kohteita vastaajat ilmoittivat vuodelta 1994 yhteensä 21 kappaletta. Keskimääräinen kohde oli kooltaan noin 550 m<sup>2</sup>.

Synteettisten lujitteiden käyttömäärät Suomessa ovat vaihdelleet viime vuosina melko jyrkästi. Syynä tähän on se, että kokonaiskäyttömäärien ollessa vielä pieniä, yksikin iso kohde saattaa heilauttaa koko vuoden käyttömäärän suureksi.



Kuva 43 Geovahvisteen käyttömäärät Suomessa (Lähde: VIATEK-yhtiöt / Geovahviste-neuvottelukunta)

*Juuripaalujen* osuuden arveltiin pysyvän ennallaan tai kasvavan hiukan. Tyypillisiä kohteita ovat perustusten vahvistaminen ja luiskarakenteet. Vaihtoehtoina nähtiin suihkupaalutus, porapaalut, elementtipaalut ja teräspaalut. Juuripaaluja käyttäen suunniteltuja kohteita vastaajat ilmoittivat vuodelta 1994 yhteensä vain 2 kappaletta.



*Maan naulauksen* osuuden arveltiin pysyvän ennallaan tai kasvavan hieman. Tyypillisiä kohteita ovat luiskat, syvät kaivannot, ahtaat kaivannot ja eroosiosuojaus. Vaihtoehtoina nähtiin erilaiset tukiseinäratkaisut. Maan naulausta käyttäen suunniteltuja kohteita vastaajat ilmoittivat vuodelta 1994 yhteensä 11 kappaletta. Keskimääräinen kohde oli kooltaan noin 150 m<sup>2</sup>.

### ***Kaivantorakenteet***

*Puuponttiseinien* osuuden arveltiin pysyvän ennallaan tai vähenevän hieman. Tyypillisiä kohteita ovat putkijohto- ja muut matalat kaivannot. Vaihtoehtoina puuponttiseinälle nähtiin erilaiset stabilointiratkaisut, teräspontti- ja elementtiseinät. Puuponttiseinää käyttäen suunniteltuja kohteita vastaajat ilmoittivat vuodelta 1994 yhteensä 12 kappaletta. Keskimääräinen kohde oli kooltaan noin 50 m<sup>2</sup>.

*Elementtiseinien* osuuden arveltiin pysyvän ennallaan tai vähenevän hieman. Tyypillisiä kohteita ovat kuten puuponttiseinälläkin putkijohto- ja muut matalat kaivannot. Vaihtoehtoina elementtiseinälle nähtiin erilaiset stabilointiratkaisut, teräspontti- ja settiseinät. Kyselyyn vastanneet suunnittelutoimistot olivat käyttäneet elementtiseinää vuonna 1994 yhteensä neljässä kohteessa.

*Teräsponttiseinien* käyttöosuuden arveltiin pysyvän ennallaan tai kasvavan hieman. Tyypillisiä kohteita ovat kaikenlaiset kaivannot. Vaihtoehtoina teräsponttiseinälle nähtiin erilaiset stabilointiratkaisut, elementti- ja settiseinät. Kyselyyn vastanneet suunnittelutoimistot olivat käyttäneet teräsponttiseinää vuonna 1994 yhteensä noin 120:ssä kohteessa. Keskimääräinen kohde koko näissä oli noin 500 m<sup>2</sup>.

*Settiseinien* osuuden arveltiin pysyvän ennallaan tai vähenevän hieman. Tyypillisiä kohteita ovat kaikenlaiset kaivannot. Vaihtoehtoina settiseinälle nähtiin erilaiset stabilointiratkaisut sekä teräsponttiseinä. Kyselyyn vastanneet suunnittelutoimistot olivat käyttäneet settiseinää vuonna 1994 yhteensä 11:ssä kohteessa. Keskimääräinen kohde koko näissä oli noin 200 m<sup>2</sup>.

*Paaluseinien* osuuden arveltiin pysyvän ennallaan. Tyypillisiä kohteita ovat kaivannot, joissa tukiseinärakenne jää pysyväksi ja rakenne voidaan hyödyntää myös kuormia kantavan rakenteena. Vaihtoehtoina paaluseinälle nähtiin syvästabiloinnin tekniikalla tehtävät "pyörrepaalut", suihkupaalutus, kaivantoseinä ja teräsponttiseinä. Pyörrepaalujen käyttöä savimaiden tukiseinärakenteena vaikeuttaa tosin raudoituksen puute. Kyselyyn vastanneet suunnittelutoimistot olivat käyttäneet paaluseinää vuonna 1994 yhteensä 9:ssä kohteessa.

*Kaivantoseinien* osuuden arveltiin pysyvän ennallaan. Tyypillisiä kohteita ovat syvät kaivannot, joissa tukiseinärakenne jää pysyväksi ja rakenne voidaan hyödyntää myös kuormia kantavan rakenteena. Vaihtoehtoina kaivantoseinälle nähtiin "pyörrepaalut", paaluseinä ja teräsponttiseinä. Pyörrepaalujen käyttöä savimaiden tukiseinärakenteena vaikeuttaa tosin raudoituksen puute. Kyselyyn vastanneet suunnittelutoimistot olivat käyttäneet kaivantoseinää vuonna 1994 vain yhdessä kohteessa.

### *Ankkurointi*

*Maa-ankkureiden* osuuden arveltiin pysyvän ennallaan tai kasvavan hieman. Tyypillinen kohde on kaivantojen tukiseinien tukeminen. Vaihtoehtoina maa-ankkureille nähtiin kallioankkurit ja kaivannon sisäpuolinen tuenta. Kyselyyn vastanneet suunnittelutoimistot ilmoittivat käyttäneensä maa-ankkureita vuonna 1994 yhteensä 27:ssä kohteessa.

*Kallioankkureiden* osuuden arveltiin pysyvän ennallaan tai kasvavan hieman. Tyypillinen kohde on kaivantojen tukiseinien tukeminen, kun kallio on kohtuullisella etäisyydellä. Vaihtoehtoina kallioankkureille nähtiin maa-ankkurit ja kaivannon sisäpuolinen tuenta. Kyselyyn vastanneet suunnittelutoimistot ilmoittivat käyttäneensä kallioankkureita vuonna 1994 yhteensä 35:ssä kohteessa.

### *Perustusten saneeraus*

*Perustusten vahvistamisen* menetelmien kokonaismarkkinoiden arveltiin kyselytutkimuksessa kasvavan. Menetelmien keskinäiset suhteet eivät selvinneet. Eri menetelminä mainittiin lamellointi, suihkupaalutus, porapaalut, tunkkaus, puristuspaalut, injektointi, betonimantteli, ankkurointi, lujituspultit sekä puupaalujen boorisuojaus. Tämä menetelmien kirjo kertoo paljon perustustenvahvistamistöiden "räätälöinti"-luonteesta. Kyselyyn vastanneet suunnittelutoimistot ilmoittivat suunnitelleensa perustusten vahvistamiseen liittyviä kohteita vuonna 1994 yhteensä 10 kappaletta.

*Kysymys 3: Kun viimeisen 2-3:n vuoden aikana olette suunnitelleet vaativia pohjarakennuskohteita, niin mitä ratkaisua olette käyttäneet ?*

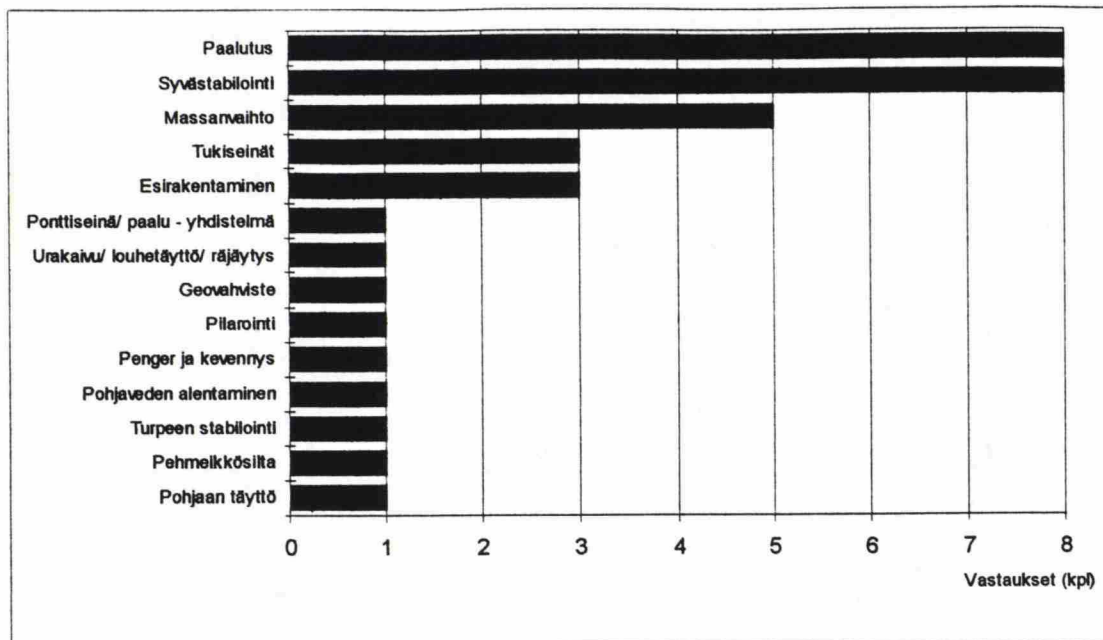
*Vaativuus esim. - Pehmeät koheesiomaat*

*- Lohkareikot*

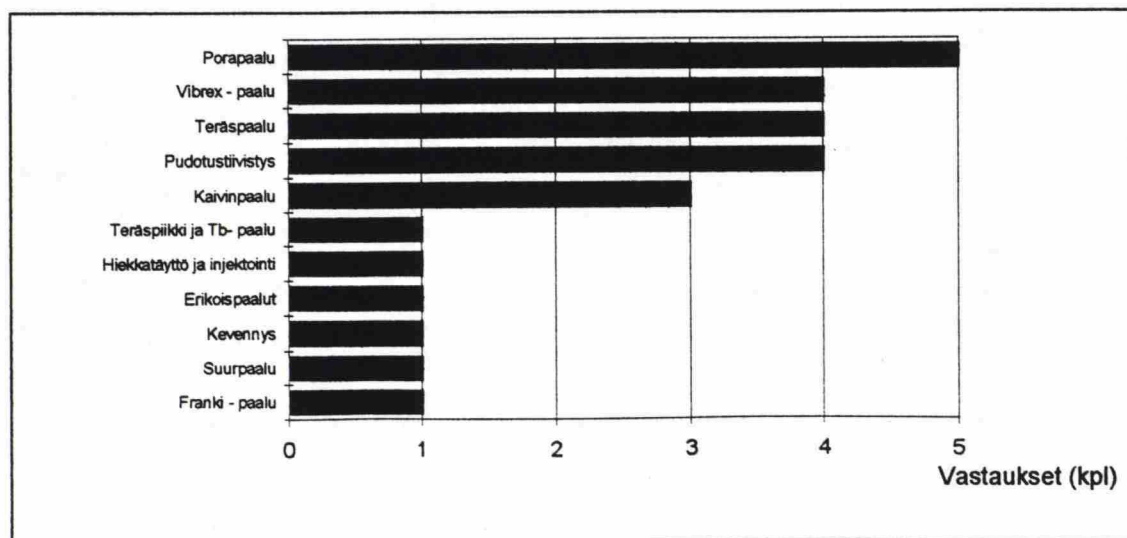
*- Vaikeat pohjavesiolosuhteet*

*- Ahdas rakennuspaikka (esim. olemassaolevan rakenteen vuoksi)*

Vaativissa pohjarakennuskohteissa vastaajat mainitsivat suunnitelleensa pehmeissä koheesiomaissa lähinnä paalutuksia ja syvästabilointia sekä massanvaihtoja, lohkarikoissa pora-, Vibrex- ja teräspaaluja sekä pudotustiivistystä, vaikeissa pohjavesiolosuhteissa pohjaveden alennusta ja tiivistysrakenteita sekä ahtaassa rakennuspaikassa tukiseiniä, maan injektointia ja porapaaluja. Erikoismenetelmien osuus vaativissakin olosuhteissa on melko vaatimaton. Tavanomaisilla totutuilla ratkaisuilla pyritään usein hakemaan ratkaisua vaativiinkin ongelmiin.

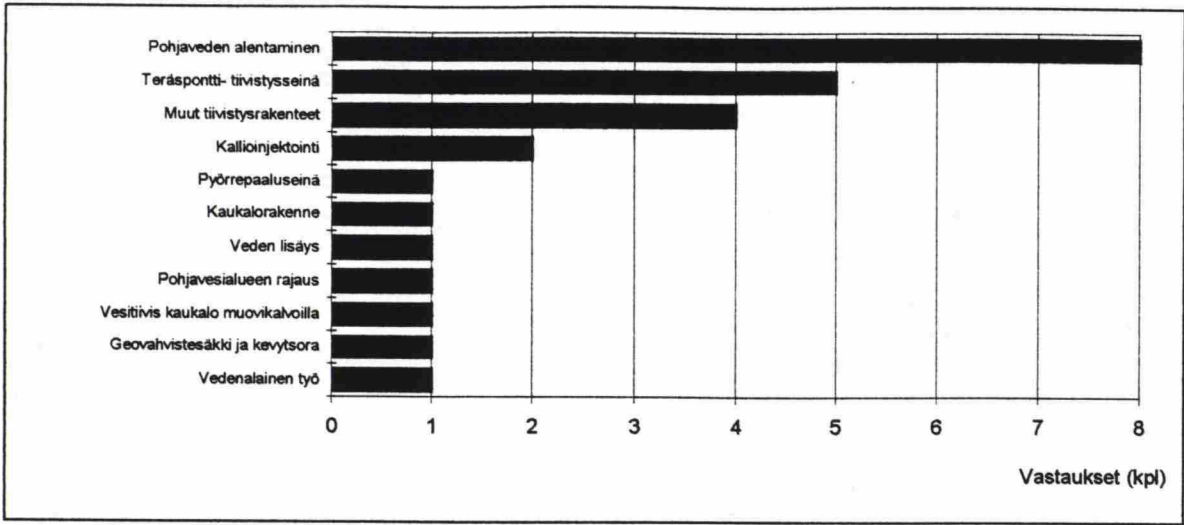


Kuva 44 Pehmeiden koheesiomaiden pohjarakennusratkaisut

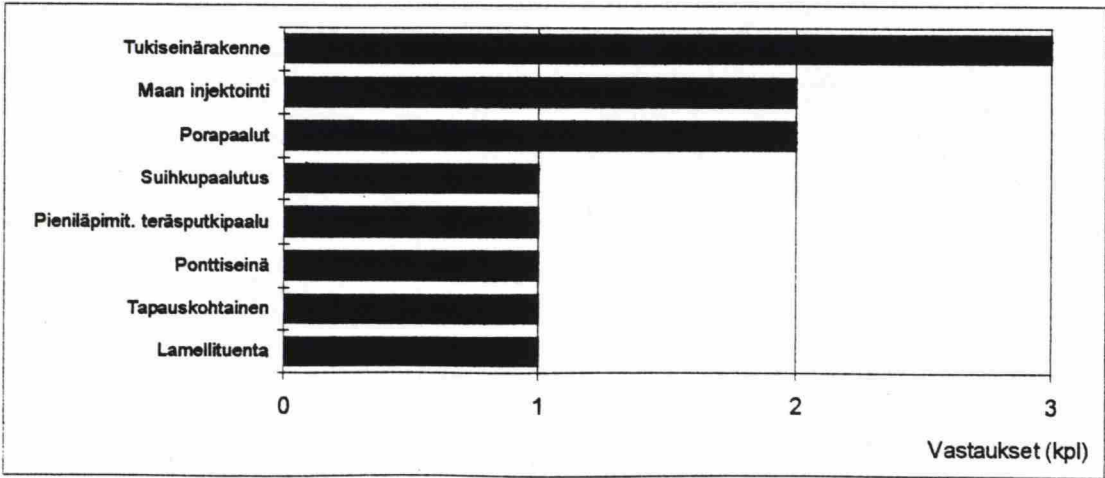


Kuva 45 Lohkareikkojen pohjarakennusratkaisut





Kuva 46 Pohjarakennusratkaisut vaikeissa pohjavesiolosuhteissa



Kuva 47 Ahtaan rakennuspaikan pohjarakennusratkaisut

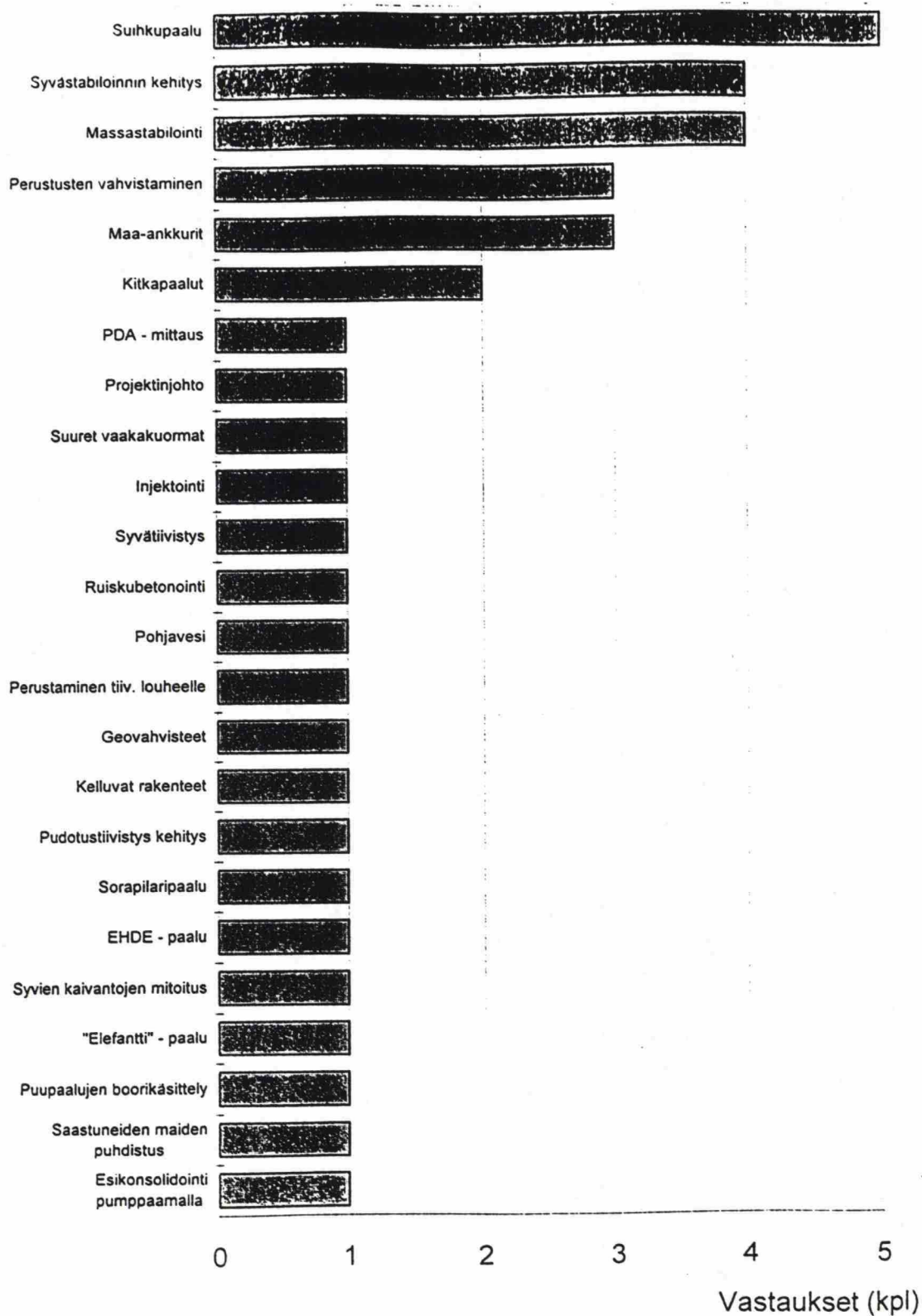
Olosuhdejaottelun lisäksi neljä vastaajaa korosti sitä, että pohjarakennussuunnitelma on aina tapauskohtainen, ja että monet eri asiat saattavat tehdä kohteesta vaativan.

Annettujen vaihtoehtojen lisäksi suunnittelijat esittivät vaativiksi olosuhteiksi ja/tai käytetyiksi ratkaisuiksi seuraavia:

- Ympäristön vaikutus, värinät, vanhat perustukset	2 vastaajaa
- Silttinen maaperä	1 vastaaja
- Kaivannon syvyys, liikkumaton monttu	1 vastaaja
- Suomen ensimmäiset IA-luokan 350x350 TB-paalut	1 vastaaja
- Vanhan kiviperustuksen sementti-injektointi	1 vastaaja
- Vanhan kiviperustuksen paalutus pieniläpimittaisilla teräspalkkipaaluilla	1 vastaaja
- Vanhan perustuksen alaspäinvienti TB lamelleilla	1 vastaaja
- Suuret vaakakuormat → paalutus, gravitaatiomuurit, maa-ankkurit, suurpaalut	1 vastaaja
- Saven vesipitoisuus	1 vastaaja
- Perustusten vahvistaminen	1 vastaaja

*Kysymys 4: Onko tiedossanne Suomessa uusia / vähän sovellettuja pohjarakennusmenetelmiä? Mikä on näiden menetelmien soveltuvuus Suomen oloihin? Onko toimistollanne poikkeavien ratkaisujen suunnitteluosaamista?*

Miltei jokainen vastaaja katsoi olevansa asiantuntija jollakin pohjarakentamisen osa-alueella. Suurimmat toimistot katsoivat hallitsevansa koko pohjarakentamisen kentän. Uusia tai vähän sovellettuja menetelmiä sekä erikoisosaamisen alueita mainittiin seuraavassa kuvassa esitetysti.



Kuva 48 Suunnittelijoiden mainitsemat uudet tai vähän sovelletut pohjarakennusmenetelmät



*Kysymys 5: Millä pohjarakentamisen osa-alueella näette kehitysmahdollisuuksia ?  
Millaisia ongelmia ko. osa-alueisiin liittyy ?*

*Osa-alueet jaoteltuna esim.*

- Paaluperustukset
- Maapohjan vahvistaminen
- Kaivantorakenteet
- Ankkurointi
- Perustusten saneeraus

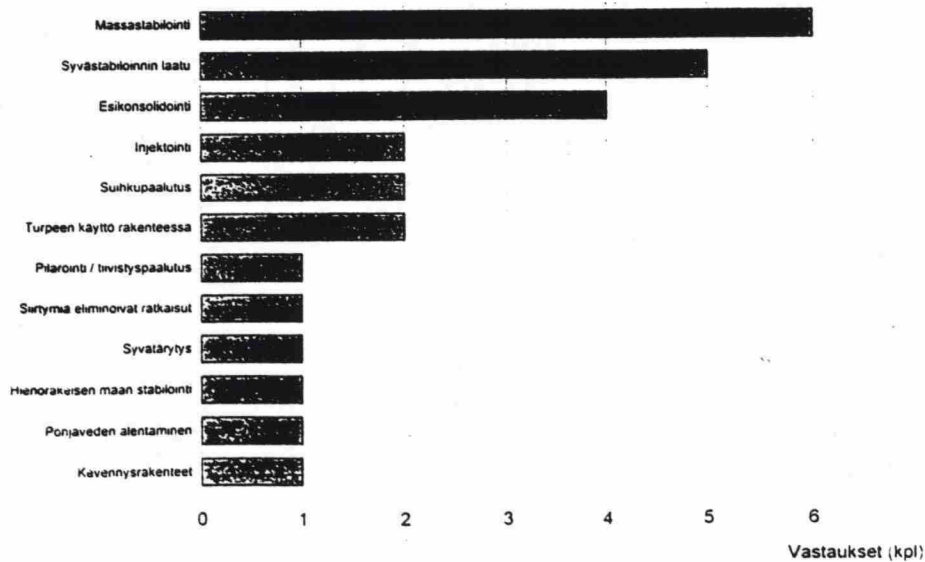
Pohjarakentamisen osa-alueita, joissa nähtiin kehitysmahdollisuuksia, luettiin seuraavasti:

- Maapohjan vahvistaminen	13 vastaajaa
- Paalutus	11 vastaajaa
- Perustusten saneeraus	10 vastaajaa
- Kaivantorakenteet	8 vastaajaa
- Ankkurointi	8 vastaajaa

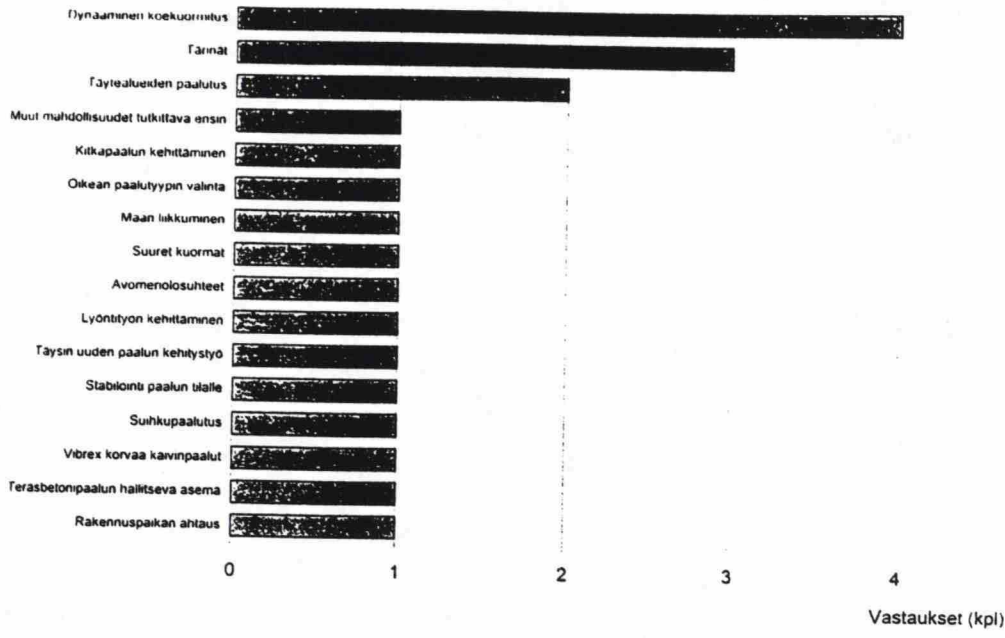
Näiden valmiiksi annettujen vastausvaihtoehtojen lisäksi suunnittelija luettelivat seuraavia osa-alueita, joissa näkivät kehitysmahdollisuuksia :

- Saastuneen maan käsittely	2 vastaajaa
- Korvaavat materiaalit	2 vastaajaa
- Maapohjan tiivistys	1 vastaaja
- Ympäristörakentaminen yleensä	1 vastaaja

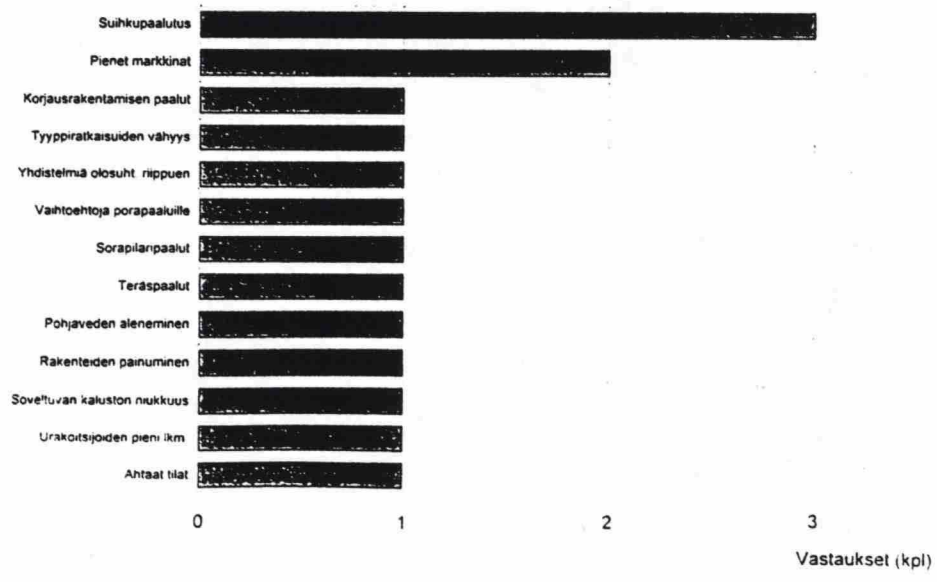
Kehitysmahdollisuuksia ja/tai ongelmia on esitetty seuraavissa kuvissa. Selkeimmin esille tulevat kehitysmahdollisuudet massa- ja syvästabiloinnissa, paalujen dynaamisessa koekuormituksessa sekä suihkupaalutuksessa.



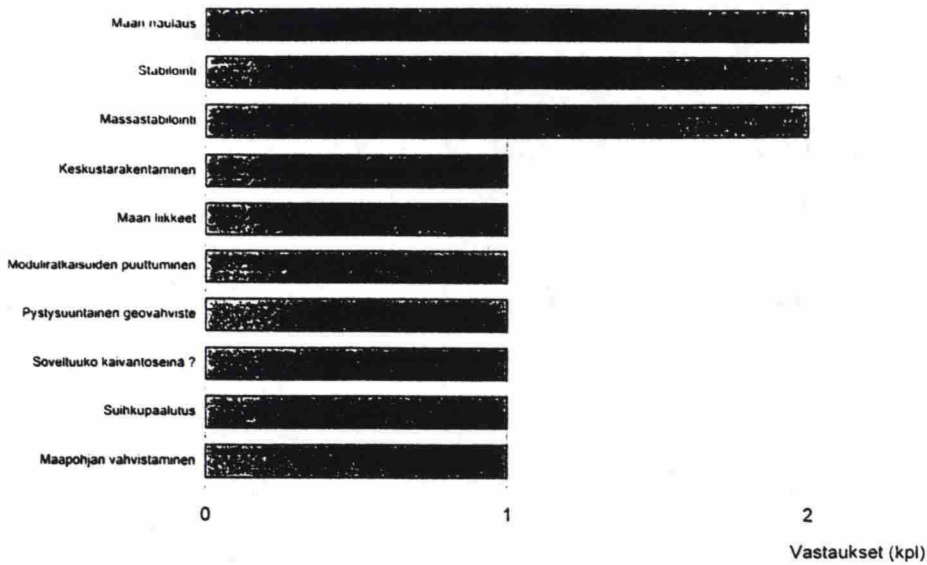
Kuva 49 Maapohjan vahvistamisen kehitysmahdollisuudet



Kuva 50 Kehitysmahdollisuuksia paalutuksessa



Kuva 51 Kehitysmahdollisuuksia perustusten saneerauksessa



Kuva 52 Kaivantorakenteiden kehitysmahdollisuuksia

Ankkuroinnissa nähtiin seuraavia kehitysmahdollisuuksia / ongelmia:

- |  |             |
|--|-------------|
| - Mekaaniset maa-ankkurit                        | 3 vastaajaa |
| - Siirtymättömät maa-ankkurit                    | 1 vastaaja  |
| - Maanpaineisiin korvattavissa ankkureilla       | 1 vastaaja  |
| - Missä on kannattavuusraja maa-/ kallioankkuri? | 1 vastaaja  |

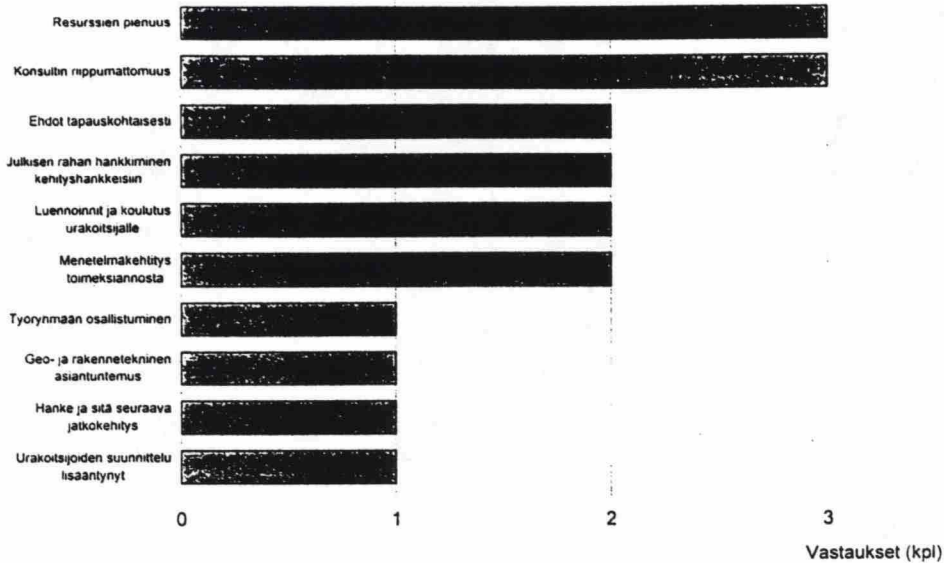
Ongelmia ja/tai kehitysmahdollisuuksia suunnittelijat näkivät myös seuraavissa asioissa:

- |   |            |
|---|------------|
| - Kehitystyön konservatiivisuus.  |            |
| Vain suunnittelijasektori on kehityshenkistä.   |            |
| Parhaat ideat syntyvät kuitenkin kentällä.  | 1 vastaaja |
| - Pääsuunnittelijan tulisi hallita sekä työmaatekniikka, rakenne- että geotekninen suunnittelu. | 1 vastaaja |



*Kysymys 6: Onko suunnittelutoimistollanne kiinnostusta pitkäaikaiseen yhteistyöhön jonkin urakoitsijan kanssa uusien pohjarakennusmenetelmien kehittämiseksi ja lanseeraamiseksi markkinoille? Minkälaisesta yhteistyöstä voisi olla kyse / Millä ehdoilla olette valmis ryhtymään yhteistyöhön?*

Kaikki vastanneet ilmaisivat valmiutensa yhteistyöhön menetelmäkehityksessä, tosin melko suurin varauksin. Yhteistyön muotoon ja ehtoihin liittyviä asioita mainittiin seuraavasti:



Kuva 53 Konsulttien mielipiteitä yhteistyön muodoista

Eri pohjarakennusmenetelmiin liittyvä kehitystyöhanke/ kehitystyökiinnostus mainittiin tämän kysymyksen alla seuraavasti:

- |   |            |
|---|------------|
| - Purkukivien hyödyntämistutkimus menossa                               | 1 vastaaja |
| - Bentoniittikehitys Lohjan kanssa menossa                              | 1 vastaaja |
| - Stabilointi kiinnostaa  | 1 vastaaja |
| - Kemian osaamista on   | 1 vastaaja |
| - Pohjaveden käyttäytyminen   | 1 vastaaja |
| - Uuden paalun kehitys alkamassa  | 1 vastaaja |
| - Pudotustiivistyskehityksestä kokemusta                                | 1 vastaaja |
| - Yhteistyökumppanin puute (EHDE-paalu, suihkupaalu)                    | 1 vastaaja |
| - Syvästabiloitinyhteistyö menossa (YIT)                                | 1 vastaaja |
| - Jos suihkupaalutuskalustoa olisi, kynnys sen käytölle olisi pienempi. | 1 vastaaja |
| - Sorapilaripaalun kehitys  | 1 vastaaja |

*Kysymys 7: Missä vaiheessa suunnittelutoimistonne laatujärjestelmän kehitys on ?  
Minkälaista kehitystyötä toimistonne tekee suunnitteluratkaisun taloudellisuuden  
varmistamiseksi ?*

Laatujärjestelmän kehitystä koskevaan kysymykseen vastattiin seuraavasti (vastausten  
jaottelun sanamuoto ei ole sama kuin alkuperäisissä vastauksissa):

- Geosuunnittelussa on valmis laatujärjestelmä. 4 vastaajaa
- Yhtiötasolla on valmis laatujärjestelmärunko.  
Geopuolella ei ole omaa laatujärjestelmää. 3 vastaajaa
- Yhtiötason laatujärjestelmärunko on kehitysvaiheessa. 4 vastaajaa
- Laatujärjestelmän kehitys on alussa. 3 vastaajaa

Suunnitteluratkaisun taloudellisuuden varmistamista koskevaan kysymykseen konsultit  
antoivat seuraavanlaisia vastauksia:

- Vaihtoehtoisten ratkaisuiden kesken tehdään  
taloudellisuusvertailu 6 vastaajaa
- Menetelmien kehittäminen edesauttaa suunnitelmien  
taloudellisuutta 5 vastaajaa
- Rakennuttajilta saadaan tietoa hintatasosta 2 vastaajaa
- Suunnittelun kilpailu on epätervettä, mm.  
pohjatutkimuksissa "tingitään" 2 vastaajaa
- Urakoitsijoilta ei saada tietoa hintatasosta 2 vastaajaa
- Urakoitsijoiden kalustosta ei ole tietoa, joten se  
vaikeuttaa suunnittelun taloudellisuusvertailuja 2 vastaajaa
- Pyrkimällä pysymään ajantasalla Suomessa ja ulkomailla  
käytössä olevista menetelmistä ja niiden hinnoista  
voidaan suunnitella taloudellisesti 2 vastaajaa
- Rakennuttajilta pitäisi saada palautetta suunnitelmista ja  
taloudellisuudesta 1 vastaaja
- Työmailta ja rakennuttajilta pitäisi saada tietoa muiden  
suunnittelijoiden ratkaisuksista. 1 vastaaja
- Urakoitsijoiden omien ratkaisujen tarkastelu  
edesauttaa taloudellisimman vaihtoehdon löytämistä 1 vastaaja.
- Yhteistyö korkeakoulun (TTKK) kanssa 1 vastaaja
- Urakoitsijan ja rakennuttajan henkilöstön koulutus 1 vastaaja

## Johtopäätökset

Rakennusalan lama näkyy suunnittelutoimistojen laskutuksissa. Myös geotekniikan laskutukset ovat pienentyneet viime vuosina. Suunnittelijat näkevät kuitenkin tulevaisuuden hiukan valoisampana ja uskovat laskutuksena kasvavan hieman.

Selkeimmin pohjarakennusmenetelmistä markkinoitaan ovat konsulttien mukaan kasvattamassa erilaiset synteettiset valmisteet: vahvistinmatot, vahvistinverkot ja muut synteettiset valmisteet. Myös korjausrakentamiseen usein liittyvät pieniläpimittaiset teräspaalut sekä suihkupaalutus ovat osuuttaan kasvattavia pohjarakentamisen menetelmiä.

Johtavan asemansa säilyttävät teräsbetoniset lyöntipaalut, teräsponttiseinät ja syvästabilointi, jolle muutamat ennustivat yhä kasvavaakin markkinaosuutta. Syvästabiloinnissa on tapahtunut siirtyminen kalkkipilaroinnista kalkin ja sementin seoksen käyttämiseen sideaineena ja tämä siirtyminen tulee jatkumaan vielä jonkin aikaa. Sementin ei uskottu kokonaan korvaavan kalkin käyttöä syvästabiloinnissa.

Suunnittelijat turvautuvat usein tavanomaisiin menetelmiin myös vaativien kohteiden pohjarakennussuunnittelussa. Pehmeissä koheesiomaissa yleisimmät ratkaisut ovat edelleen syvästabilointi ja paalutus. Myös massanvaihto on säilyttänyt asemansa. Mikäli pehmeissä koheesiomaissa joudutaan tekemään kaivantoja, ovat erilaiset tukiseinäratkaisut kaivannon tukemisen tekniikkana. Mielenkiintoinen uusi menetelmä, jota oli sovellettu, on turpeen stabilointi.

Lohkareikoissa yleisimmin käytetty menetelmä oli porapaalu. Myös pudotustiivistystä, teräspaaluja ja Vibrex-paaluja sekä kaivinpaaluja oli käytetty usein. Vaikeissa pohjavesiolosuhteissa ylivoimaisesti käytetyin menetelmä oli pohjaveden alentaminen. Myös teräspontti- ja muita tiivistysseiniä käytettiin näissä olosuhteissa. Uusia sovellettuja menetelmiä olivat erilaiset geovahviste- ja muovikalvorakenteet sekä pyörrepaaluseinät.

Ahtaan rakennuspaikan tapauksessa yleisimmin käytettiin tukiseinärakennetta. Myös porapaaluja ja maan injektointia oli käytetty. Uusi mielenkiintoinen tulokas tässä kategoriassa on suihkupaalutus, jolla menetelmällä suunnitellun kohteen mainitsi tosin vain yksi konsultti.

Uusista tai Suomessa vähän sovelletuista menetelmistä useimmin konsultit mainitsivat suihkupaalutuksen ja massastabiloinnin. Nämä menetelmät on kuvattu tarkemmin tämän työn kappaleessa 3.3.

Joku erikoisosaamisen alue tuntui olevan lähes jokaisella suunnittelutoimistolla. Useimmin mainittiin maa-ankkurit ja perustusten vahvistaminen. Maa-ankkureiden mitoituskäytäntö ei ole vielä aivan vakiintunutta maassamme. Perustusten vahvistamiseen taasen ei ole mitään tiettyä systemaattisesti käytettävää menetelmää. Tähän voimakkaimmin ovat vaikuttamassa kohteiden erilaisuus ja pienehköt markkinat.



Kehitysmahdollisuuksia pohjarakentamisen eri osa-alueista geosuunnittelijat näkivät eniten maapohjan vahvistamisessa. Myös paalutuksessa ja perustusten saneerauksessa toimistot katsoivat olevan kehitysmahdollisuuksia. Kaivantorakenteet ja ankkuroinnin kehitysalueena näki noin puolet vastanneista konsulteista.

Maapohjan vahvistamisessa geosuunnittelijat katsoivat kehitysmahdollisuuksia olevan eniten massastabiloinnin kehittämisessä sekä syvästabiloinnin laadun kehityksessä. Myös esikonsolidoinnin kehitys, turpeen käyttö rakenteessa, suihkupaalutus ja injektointi mainittiin tässä yhteydessä.

Paalutuksessa geotekniikan suunnittelutoimistot näkivät kehitysmahdollisuuksia selkeimmin dynaamisen koekuormituksen kehityksessä. Ongelmana paalutuksessa koettiin tärinät ja erilaisten täytemaa-alueiden paalutustyöt.

Perustusten saneerauksessa konsultit näkivät kehitysmahdollisuuksia lähinnä suihkupaalutuksessa. Ongelmina nähtiin muiden muassa perustusten saneeraamisen pienet markkinat, mutta toisaalta myös urakoitsijoiden pieni lukumäärä ja soveltuvan kaluston niukkuus.

Kaivantorakenteissa suunnittelijat katsoivat massastabiloinnin, stabiloinnin ja maan naulauksen olevan menetelmiä, joissa on kehitysmahdollisuuksia. Kaikilla näillä menetelmillä voidaan korvata nykyisiä tukiseinäratkaisuja.

Ankkuroinnissa kehitysmahdollisuudet liittyvät suunnittelijoiden mielestä lähinnä mekaanisten maa-ankkureiden kehittämiseen. Maa-ankkureilla saavutettavat ankkurointilujuudet ja taloudellisuus kallioon saakka vietäviin ankkureihin verrattuna ovat avainkysymyksiä maa-ankkureita tarkasteltaessa.

Esille tuli myös erilaisten ympäristöön liittyvien pohjarakennusmenetelmien kehittäminen. Saastuneiden maiden käsittely ja korvaavien materiaalien käyttö ovat esimerkkejä tämän alueen kehitysalueista.

Kyselyyn vastanneet pohjarakentamisen suunnittelijat suhtautuivat kaikki periaatteessa myönteisesti yhteistyöhankkeisiin menetelmäkehityksessä urakoitsijan kanssa. Selvää varovaisuutta tässä asiassa kuitenkin on havaittavissa. Vastaajat toivat esille konsultin riippumattomuuden, resurssien pienuuden ja valmiuden menetelmäkehitykseen vain toimeksiannon muodossa.

Myönteisimmin yhteistyöhön menetelmäkehityksessä suhtautuneet ilmaisivat valmiutensa julkisen rahan hankkimiseen kehityshankkeisiin sekä urakoitsijalle suunnattavaan koulutukseen ja luennointiin. Menetelmiin liittyvistä kehityshankkeista yksikään pohjarakennusmenetelmä ei noussut selkeästi esille. Muutamilla suunnittelijoilla oli "oma menetelmä", jonka kehitystyöhön kaivattiin mukaan urakoitsijaa.

Laatujärjestelmäkehitys eri suunnittelutoimistoissa on hyvin erilaisissa vaiheissa. Suurimmissa toimistoissa kehitys on pidemmällä, osin johtuen varmasti suuremmista resursseista ja yhtiötason laatujärjestelmäkehityksestä. Geosuunnittelun laatujärjestelmä oli valmiina vain muutamalla vastanneella toimistolla.

Geosuunnittelun toimistot kehittävät suunnitteluratkaisujensa taloudellisuutta vain lähinnä tekemällä taloudellisuusvertailuja eri toteutusvaihtoehtojen välillä saamiensa toteutuneiden kohteiden kustannustietojen perusteella. Tieto eri menetelmien hintatasosta välittyy rakennuttajilta suunnittelutoimistoille, mutta tiedon saaminen urakoitsijoilta ei onnistu.

Jatkossa mahdollisuutena on nähtävä verkostuminen urakoitsijan ja suunnittelijoiden kesken. Tällöin suunnittelijoiden vastuulle jäisi varmistaa suunnitelmien tekninen toimivuus ja urakoitsijalle taloudellisuus- ja kustannusvertailut. Urakoitsija syvenyy tällä tavoin meneteltäessä entistä paremmin kohteiden suunnitteluratkaisuihin ja edullisimman toimivan ratkaisun löytäminen helpottuu.

#### 4.3.4 Kyselytutkimuksen tulokset

Molempien tehtyjen kyselyjen populaatio on suppeahko, mutta valinnat melko kattavia. Yksittäiset vastaukset ja mielipiteet saavat tavanomaista laajaa kyselytutkimusta suuremman painoarvon. Toisaalta suhteellinen otos on erityisesti suunnittelijakyselyn osalta tavanomaista laajempi.

Teemakyselyn puolistrukuroidulla muodolla annettiin tilaa vastaajien näkemyksille. Näin saatiin erilaisia näkemyksiä ja painotuksia esille. Kyselyn muoto antoi myös osaltaan vastaajille mahdollisuuden tuoda esiin henkilökohtaisia näkemyksiään. Vastauksiin onkin suhtauduttu kriittisesti ja pyritty nostamaan pinnalle yleiset näkemykset pohjarakennusala.

Rakennuttajille suunnatun kyselyn pääasialliset tulokset olivat:

- Vaativien pohjarakennuskohteiden markkinat jakautuvat tasaisesti rakennuttajakenttään. Kohteet eivät tule jatkossa juurikaan lisääntymään.
- Kehitystarvetta nähdään erityisesti maapohjan vahvistamisessa.
- Vaikeita pohjarakennuskohteita suunnittelevat suuret tai erikoistuneet konsultit.
- Suhtautuminen urakoitsijoiden omaan suunnitteluun on melko kriittistä.
- Ongelmat urakoitsijoiden omassa suunnittelussa liittyvät pääosin tarjousten huonoon vertailtavuuteen ja suunnitelmien huonoon laatuun.
- Pohjarakennussuunnittelijoiden esittämät ratkaisut ovat pääosin hyviä. Rakennuttajat käyttävät suunnittelijoina tiettyjä henkilöitä ei niinkään toimistoja.
- Osaurakointi ja urakoiden pilkkominen tulee lisääntymään.
- Urakoitsijat ovat osaavia, mutta lama on saattanut vaikuttaa kaluston vanhenemisena ja vähenemisenä.
- Kilpailu pohjarakentamisessa on kireää nyt ja lähitulevaisuudessa.

Suunnittelijoille tehdyn kyselyn pääasialliset tulokset olivat:

- Erilaiset synteettiset tuotteet, kuten geovahvisteet, kasvattavat edelleen osuuttaan pohjarakentamisen kentässä.
- Käytetyimmät pohjarakennusmenetelmät kuten paalutus ja syvästabilointi tulevat säilyttämään asemansa.
- Uusia, vähän sovellettuja, mutta jo tiedossa olevia pohjarakennusmenetelmiä ovat massastabilointi ja suihkupaalutus.
- Kehitysmahdollisuuksia on eniten maapohjan vahvistamisessa, erityisesti massastabiloinnissa ja syvästabiloinnin laadun kehittämisessä.
- Muita kehitysmahdollisuuksia tarjoavat suihkupaalutus ja mekaanisten maa-ankkureiden kehitys sekä ympäristörakentaminen.
- Suunnittelijoilla on vähän resursseja menetelmäkehitykseen, mutta paljon halua yhteistyöhön urakoitsijoiden kanssa tällä saralla. Suunnittelijat voisivat toimia "julkisen rahan" kanavana.

Lähitulevaisuuden näkymät pohjarakentamisen kehityksessä liittyvät maapohjan vahvistamiseen liittyvien sekä ympäristön huomioon ottavien menetelmien kehitykseen. Tähän on olemassa sekä rakennuttajien että suunnittelijoiden mielestä selkeä tarve.

Kilpailu pohjarakentamisessa on kovaa. Suurilla jatkuvarakennuttajilla on vaikutusvaltaa oman suunnittelukapasiteetin kautta. Pinemmät turvautuvat suunnittelutoimistojen osaamiseen.



#### 4.4 RUOTSIN RAKENNUS- JA POHJARAKENNUSMARKKINAT

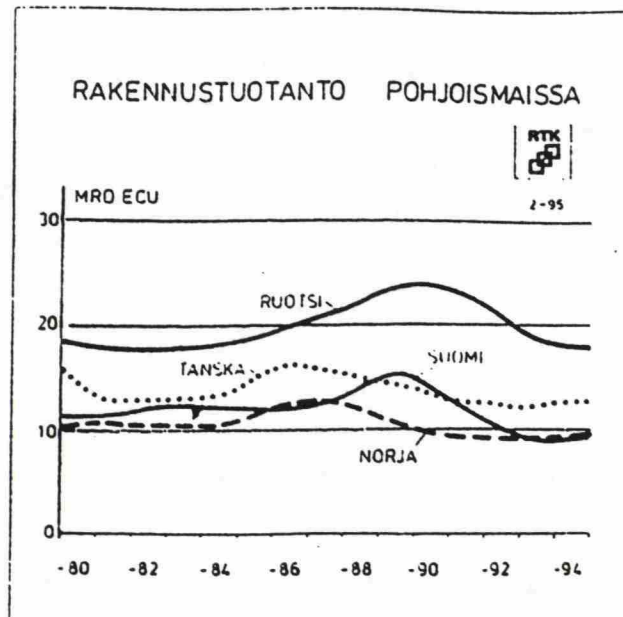
##### 4.4.1 Ruotsin rakennusmarkkinat

###### Rakentamisen tuotos

Asuntorakentaminen Ruotsissa on romahtanut. Vuonna 1991 aloitettiin noin 57000 uuden asunnon rakentaminen, kun vastaava luku vuonna 1994 oli vain noin 11000 (Statistiska Centralbyrån 1995, s.6). Asuntorakentamisen uskotaan kasvavan lähivuosina, mutta vain hieman (Statistiska Centralbyrån 1994, s.7).

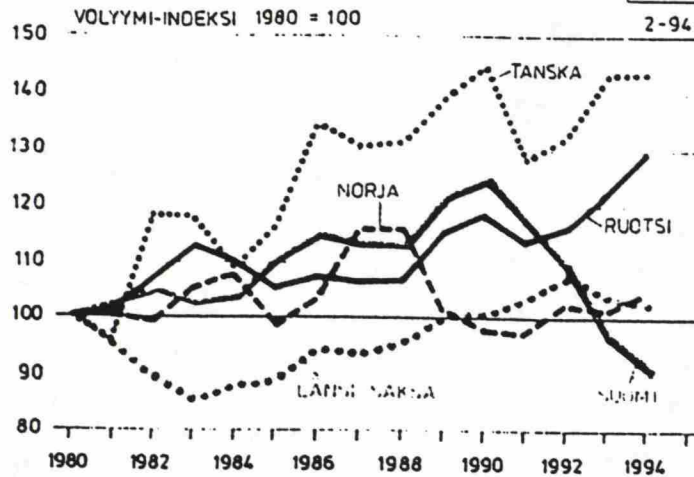
Koko rakentamisen investointien volyymi Ruotsissa vuonna 1993 oli 122,3 miljardia kruunua. Vuonna 1994 rakennusinvestointien ennustettiin putoavan 95,5 *mrd* kruunuun. Vuonna 1990 rakennusinvestoinnit Ruotsissa olivat 165,3 miljardia kruunua. Laskua vuodesta 1990 vuoteen 1994 on siis tapahtunut noin 50 miljardia kruunua eli noin 30 prosenttia. Rakentamisen laman pohja saavutettiin ennusteen mukaan vuonna 1994 ja vuonna 1995 investoinnit kasvanevat hieman (Hindersson, Bygginindustrin 1994 no 25, s.3).

Talonrakentaminen ja teollisuusrakentaminen muodostivat yhdessä vuonna 1993 Ruotsissa 96 miljardin kruunun investoinnit. Tie- ja verkstorakentamisen investoinnit olivat 26,3 miljardia kruunua. Talonrakentamisen ennustettiin laskevan edelleen vuosina 1994 ja 1995 sekä tie- ja verkstorakentamisen kasvavan edelleen vuosina 1994 ja 1995. (Hindersson, Bygginindustrin 1994 no 25, s.3).



Kuva 54 Rakennustuotanto pohjoismaissa (Lähde:RTK, Rakentamisen suhdanteet 1995:1, Helsinki, 1994, s.12)

## MAA- JA VESIRAKENTAMINEN



Kuva 55 Maa- ja vesirakentaminen viidessä maassa (1980=100) (Lähde: RTK, Rakentamisen suhdanteet 1994:1, Helsinki, 1994b, s.36)

### 4.4.2 Ruotsin pohjarakennusmarkkinat

Pohjarakentamisessa Ruotsin markkinoiden volyyymi tulee olemaan ainakin lähivuosina suhteellisesti suurempi kuin Suomen johtuen suurista infrastruktuuri-investoinneista. On arvioitu, että Ruotsissa investoidaan lähimmän kymmenen vuoden kuluessa noin 150 miljardia kruunua liikenteen infrastruktuurihankkeisiin (Cedermark, Väg- och vattenbyggaren 1994 no 2, s.31).

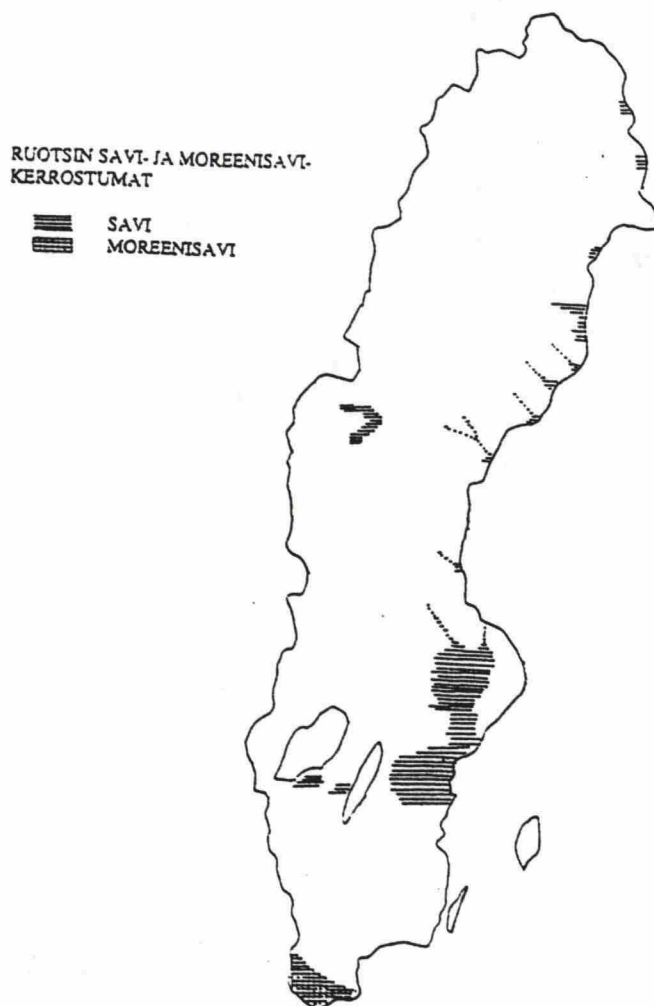
Ruotsin tielaitoksen investointisuunnitelma vuosille 1994-2003 sisältää noin 120 mrd SEK:n rahoitustarpeen uusien valtateiden rakentamiseksi. Tärkeimpiä runkotieverkon kehittämishankkeita ovat seuraavat moottoritiet:

- Helsingborg-Tukholma-Uumaja-Haaparanta (E4)
- Trälleborg-Göteborg-Svinesund, Norja (E6)
- Kappelskär-Örje, Norja (E18)
- Tukholma-Göteborg (E20)
- Malmö-Norrköping (E22). (Liikenneministeriö 1994, liite 1/11)

Muita lähivuosina todennäköisesti toteutettavia suuria infra-hankkeita ovat mm.

- Moottoritiekehä Tukholman ympäri sisältäen 12 kilometriä tunnelia ja 1,7 kilometriä avointa osuutta. Uusien teiden osuus koko esityksen (ns. Dennisöverenskommelsen syyskuulta 1992) kustannusarviosta on noin 18 mrd kruunua. Toteutus jakaantuu useammalle vuodelle. (Väg- och vattenbyggaren 1994 no 4, s.36).
- Arlandan lentokentän kolmas pääkiitorata. Hankkeen kustannusarvio on noin 2,5 miljardia kruunua. Rakentamisen on tarkoitus alkaa vuoden 1996 alussa ja hankkeen pitäisi olla valmis vuoden 1999 lopussa. (Andersson, Byggindustrin 1994 no 15, s.8)

Ruotsin maaperä poikkeaa melko voimakkaasti Suomen olosuhteista. Suurimmat saviesiintymät ovat Länsi-Ruotsissa Tukholman korkeudella. Tämän alueen lisäksi on joitakin paikallisia saviesiintymiä lähinnä jokilaaksoissa sekä laajahko moreenisaviesiintymä aivan Ruotsin eteläkärjessä.



Kuva 56 Ruotsin maaperän savi- ja moreenisavikerrostumat



Seuraavia näkemyksiä Ruotsin pohjarakentamisesta on saatu Ruotsiin viimeaikoina suunnittelusopimuksia tehneeltä Viatek Oy:ltä.

- Syvästabilointi on keskeinen pohjanvahvistusmenetelmä. Volyymi on noin 3000 km vuodessa. Volyymi on edelleen kasvussa. Myös suomalaiset urakoitsijat ovat Ruotsin markkinoilla. Tietävästi myös hollantilaiset ovat kiinnostuneet kasvavista markkinoista.
  - Pystyöjitusten käyttö on vähäistä tiukkojen rakentamisaikataulujen vuoksi ja vähenee edelleen.
  - Kevennysten käyttö on melko vähäistä.
  - Geovahvisteita käytetään suhteessa Suomea enemmän.
  - Paalutuksissa TB-lyöntipaalun käyttö esim. siltapaalutuksissa on tavallista. Kaivinpaalut ovat harvinaisia. Teräsputkipaalutuksia tehdään jonkin verran.
  - Talonrakennussektorilla on lama myös Ruotsissa. → Tukiseinä yms. menetelmien volyymit ovat vähäisiä. Vanhojen rakennusten korjaamisessa käytetään erikoispaaluja.
  - Kalliorakentaminen on kasvussa. Rata- ja tieliikennetunnelit lisääntyvät edelleen.
  - Sivutuotteiden hyötykäyttö on herättänyt myös Ruotsissa kiinnostusta.
- ⇒ Kokonaisuutena infra-rakentamisen volyymi pysyy edelleen korkeana lähivuosina. Talonrakennussektorilla ei ole näkyvissä merkittävää kasvua. (Leppänen 1995)

## 4.5 POHJARAKENNUSALAN KILPAILIJAT

### 4.5.1 Kilpailijat Suomessa

Rakennuttajakyselyn perusteella voidaan todeta, että vaativien pohjarakennusurakoiden toteuttajina pidettiin ennenkaikkea seuraavia yrityksiä:

- YIT-Yhtymä	Helsinki
- Terramare Oy	Helsinki
- Rakennus Oy Lemminkäinen	Helsinki
- TEKRA Oy	Helsinki
- E.M.Pekkinen Oy	Espoo
- Polar-rakennus Oy	Vantaa
- Kreuto Oy	Helsinki

Rakennus Oy Lemminkäistä pidetään siis jo nyt vaikeiden pohjarakennuskohteiden toteuttajana. Tätä kuvaa voidaan oleellisesti parantaa erikoisosaamisia kehittämällä.

Edellä mainittujen suurien pohjarakennusurakoitsijoiden lisäksi alalla toimii monia pienehköjä esim. paalutukseen ja/tai syvästabilointiin erikoistuneita yrityksiä, jotka toimivat usein suppealla alueella Suomessa. Näitä ovat muiden muassa:

- Kuljetus ja kaivin Oy	Paalutus	Tampere
- MV-rakennusosakeyhtiö Juslenius	Paalutus	Turku
- Peruskaivuu Oy	Paalutus	Turku
- Sillanpää Oy	Syvästabilointi	Mynämäki
- Rakentajat Piippo & Pakarinen	Syvästabilointi	Espoo
- Fundator Oy	Syvästabilointi	Hämeenlinna

Seuraavassa on esitetty arviot Rakennus Oy Lemminkäisen pahimmista kilpailijoista pohjarakentamisessa. Kilpailevien yritysten tulokset ovat viime vuodet olleet heikkoja, mutta tuloskehitys on paranemassa. Ellei toisin ole mainittu, tulostiedot yms. on saatu rakennuslehdestä nro. 14 / 1995.

*YIT-Yhtymä Oy* on Suomen suurin rakennusliike, joka nousi vuonna 1994 parin vuoden tappioiden jälkeen voitolliseksi. Tulos ennen satunnaiseriä oli 55 miljoonaa plussalla (1993, -33 Mmk). Liikevaihto kasvoi viitisen prosenttia 3244 miljoonaan (3090). Yhtymän omavaraisuusaste oli 28,0 prosenttia vuonna 1994 (23,0). Käyttökate oli 4,6 % vuonna 1994 (1,7). Toimialoista parhaat olivat insinöörirakentaminen sekä vientitoiminta. (HS 2.3.1995).

YIT-Yhtymän suurimmat omistajat vuonna 1993 olivat Tapiola-yhtiöt, Rautaruukki-konserni, Pohjola-yhtiöt ja SYP. Yrityksen omistus pohja on kokonaisuudessaan vahva.

Insinöörirakentaminen muodosti vuonna 1994 543 *mmk* arvoisen tuotannon YIT-Yhtymässä. Insinöörirakentaminen jakautuu YIT-yhtymässä edelleen Maa-, kallio- ja kunnallistekniseen, Silta-, pohja- ja vesirakentamisen sekä Vesihuollon osastoon. Silta- pohja- ja vesirakennustyöt muodostivat vuonna 1993 YIT-Yhtymässä noin 155 *mmk*:n arvoiset työt.

YIT-Yhtymä on pohjarakennusalan johtava osaaja Suomessa. Pohjarakentamisen kalustoa ja osaamista YIT-yhtymällä on laajalti. Erikoiskalustosta mainittakoon kaivinpaalulaitteistot, maa- ja ankkurointiporauslaitteet, maa- ja kallioinjektointilaitteet, ruiskubetonointilaitteet sekä kuiva- että märkämenetelmälle, pora- ja putkipaalutuksen ahtaisiin tiloihin soveltuvat laitteet, timanttiporaus- ja sahauslaitteet, syvästabiloinnin kalusto sekä kehitystyön alla oleva massasyvästabiloinnin laitteisto.

*Terramare Oy* eli entinen MVR-Haka on YIT-yhtymän ohella toinen suurista pohjarakennusalan erikoisosajista. Yritys vaihtoi nimeä vuoden 1994 lopussa. Entisen nimensä mukaisesti *Terramare* on keskittynyt maa- ja vesirakentamiseen, mutta urakoi myös talonrakentamiseen liittyviä pohjarakennustöitä.

Yhtiön omistajiksi Haka Oy:n konkurssin jälkeen tulivat yhtiön toimiva johto sekä hollantilainen Boskalis. Vuonna 1994 yhtiön tulos oli - 5,7 *mmk*, liikevaihto 228 miljoonaa markkaa, omavaraisuusaste 20,1 % ja käyttökate 8,9 %. *Terramare Oy* on karsinut toimintonsa myymällä niitä ja yrittänyt keskittyä ydinosaamiseensa.

*Terramaren* kalusto pohjarakentamisessa on vahva. Erikoiskalustoa yrityksellä on muiden muassa kaivinpaalujen, Vibrex- paalujen, porapaalujen, ankkureiden, pystyjojen, injektointien ja stabilointien sekä perustusten vahvistamisen ahtaiden tilojen paalutuksen tekemiseen.

*Tekra* on vahva pohjarakentaja. Konsernin tulos vuonna 1994 oli -4,8 *mmk* (5,8 *mmk*), liikevaihto 192 *mmk* (200 *mmk*), omavaraisuusaste 23,0 % (36,0 %) ja käyttökate 0,7 % (5,6 %). Yhtiö on hankkinut paalutuskalustonsa tueksi paalutehtaan. Paalutuskalustollaan ja paalutehtaallaan *Tekra* toteutti muiden muassa Nokian matkapuhelintehtaan paalutuksen (16000 jm) Salossa. Tekralla on viisi lyöntipaalutukseen soveltuvaa konetta, sekä mm. mataliin tiloihin soveltuva paalutuslaitteisto.

*E.M.Pekkinen Oy*:n tulos vuonna 1994 oli -1,5 *mmk*, liikevaihto 60 *mmk* (38 *mmk*), omavaraisuusaste 46,0 % (49,0 %) ja käyttökate 2,0 %. Yhtiö on ennenkaikkea paalutusurakoitsija, joka paalutuskalustonsa tuella toteuttaa myös muita pohjarakennuskohteita. Yrityksellä on mm. viisi lyöntipaalutuskonetta, pontiniskijöitä ja -täryttimiä sekä pystyjoituskalusto.

*Polar-rakennus Oy* on osa Polar konsernia. Polar on velkasaneerauksen piirissä. Konsernin liikevaihto vuonna 1994 oli 2,3 miljardia markkaa. Tulos ennen satunnaiseriä oli 46 miljoonaa markkaa tappiollinen ja käyttökate 4,0 %. Velkasaneerausohjelman ansiosta tulos parani kuitenkin yli miljardin edellisvuodesta (Häkkinen, Rakennuslehti 1995 no. 9, s.4). Kalustoa Polar-rakennuksen MVR-yksiköllä on muiden muassa paalutukseen, pystyjojen tekoon ja perustusten vahvistamiseen.



*Kreuto Oy* on pienehkö yhtiö. Liikevaihto vuonna 1993 (18 kk) oli 38 *mmk* ja käyttökate 3,6 % (D&B Soliditet Oy, 1995). Yritys on keskittynyt paalutukseen ja urakoi lähinnä siltoihin liittyviä kohteita, kaivinpaalutuksia ja teräsputkipaalutuksia.

Suomen rakennusmarkkinoille tunkeutunut ruotsalainen *Skanska Oy* on toistaiseksi pysytellyt talonrakennuksen piirissä. Emoyhtiöllä on kuitenkin niin vahva tausta myös maa- ja vesirakentajana, että *Skanska Oy* saattaa laajentaa toimintaansa tulevaisuudessa maa- ja vesirakentamiseen ja sitä kautta pohjarakentamisen markkinoille Suomessa. *Skanska Oy* - konsernin liikevaihto vuonna 1994 oli 775 *mmk*, tulos 8,1 *mmk* ja käyttökate 1,2 %.

*Puolimatka*- konserni sai vuonna 1993 maarakennusosaston Rakennus-Ruolan fuusion yhteydessä. Yksikön vuosivaihto on 120-150 miljoonaa. Puolimatka urakoi mm. Hämeenlinna-Tampere moottoritietä. (Valli, Rakennuslehti 1995 no 15, s.15). Puolimatka- konsernin liikevaihto vuonna 1994 oli 3300 *mmk* (3288 *mmk*), tulos -138 *mmk* (-439 *mmk*), omavaraisuusaste 19,7 % (14,0 %) ja käyttökate 2,0 % (-2,0 %).

#### 4.5.2 Kilpailijat Ruotsissa

Ruotsin suurimmat rakennusurakoitsijat ovat *Skanska*, *NCC*, *BPA* ja *Siab*. Sekä *Skanska* (12.) että *NCC* (25.) sijoittuvat liikevaihdoillaan Euroopan 25 suurimman rakennusliikkeen joukkoon (Hindersson, Bygginindustrin 1995 no 1, s.9).

Pohjarakentamisen erikoiskohteita Ruotsissa tekevät ainakin *Grundförstärkningar AB*, *Stabilator* ja *BINAB*. Suomalainen *YIT-Yhtymä* on etabloitumassa Ruotsin markkinoille ja on kilpailija myös lahdentakaisilla markkinoilla tulevaisuudessa.

Taulukko 27 Ruotsin suurimpien rakennusliikkeiden (konsernien) liikevaihto ja tulos {Mkr} (Lähde: Bygginindustrin 1994 no. 12, s.5)

	1993		1992	
	LIKEVAIHTO	TULOS	LIKEVAIHTO	TULOS
Skanska	28921	1117	31883	-3467
NCC	17604	175	20082	-1632
BPA	12241	-311	14602	-56
Siab	9328	24	11339	24

#### 4.6 YHTEENVETO POHJARAKENTAMISEN MARKKINOISTA

Pohjarakentamisen markkinat ovat rakentamisen laman myötä pienentyneet. Talonrakentaminen on romahtanut, kun taas maa- ja vesirakentaminen on vähentynyt huomattavasti vähemmän.

Rakentaminen keskittyy yhä enemmän Etelä-Suomeen ja heikoille maa-alueille. Tämä pitää pohjarakentamisen markkinoita yllä ja rakentamisen toipuessa lamasta lisää pohjarakentamisen tarvetta. Kokonaisuutena markkinat eivät lähitulevaisuudessa kasva merkittävästi, mutta vaativien kohteiden määrä saattaa lisääntyä.

Lähitulevaisuudessa pohjarakentamisen markkinat jakaantunevat kahtia. Tavanomaiset kohteiset noudattelevat rakentamisen yleisiä suhdanteita, kun taas suuret ja vaativat kohteet ovat harvassa, mutta ne toteutetaan yleisistä suhdanteista irrallaan toiminnallisten tarpeiden pohjalta. Nämä kohteet sisältänevät vaativaa pohjarakentamista.

Kilpailu pohjarakennusosalalla on kovaa. Vaativat pohjarakentamisen kohteet jakaantuvat melko tasaisesti rakennuttajakenttään. Rakennuttajat näkevät yhä ongelmia urakoitsijoiden omassa suunnittelussa. Sen sijaan suunnittelijoiden tekemiä suunnitelmia pidetään pääosin hyvinä.

Kehitysnäkymät pohjarakentamisessa ovat parhaat maapohjan vahvistamiseen liittyvissä tekniikoissa. Suunnittelijoiden suuntaan toteutettu verkostuminen luo mahdollisuuksia vaikuttaa ostopäätöksen syntymiseen. Yhdessä suunnittelijoiden kanssa toteutettavilla kehityshankkeilla voidaan erilaistamisen kautta saavuttaa kilpailuetua.

Myös Ruotsissa talonrakentaminen on romahtanut jo vuonna 1990. Maa- ja vesirakentaminen on sen sijaan kasvanut ja kasvun ennustetaan jopa kiihtyvän. Infra-hankkeiden myötä esimerkiksi stabiloinnin markkinat ovat kasvaneet ja tulevat vielä jatkossa kasvamaan.

Pohjarakentamisen kilpailukenttä on kaksijakoinen. Alalla on muutama kokonaisosaaja ja lisäksi pienehköjä erikoisosaajia. Rakennus Oy Lemminkäinen koetaan jo nyt yhdeksi vaativien pohjarakennuskohteiden toteuttajista.

## 5. URAKOITSIJAN OMA POHJARAKENNUSVAIHTOEHTO JA KILPAILUETU ESIMERKKIKOhteissa

### 5.1 ESIMERKKIKOhteet

#### 5.1.1 VT 1 - Vasaramäen kaukalorakenne

##### Yleistä

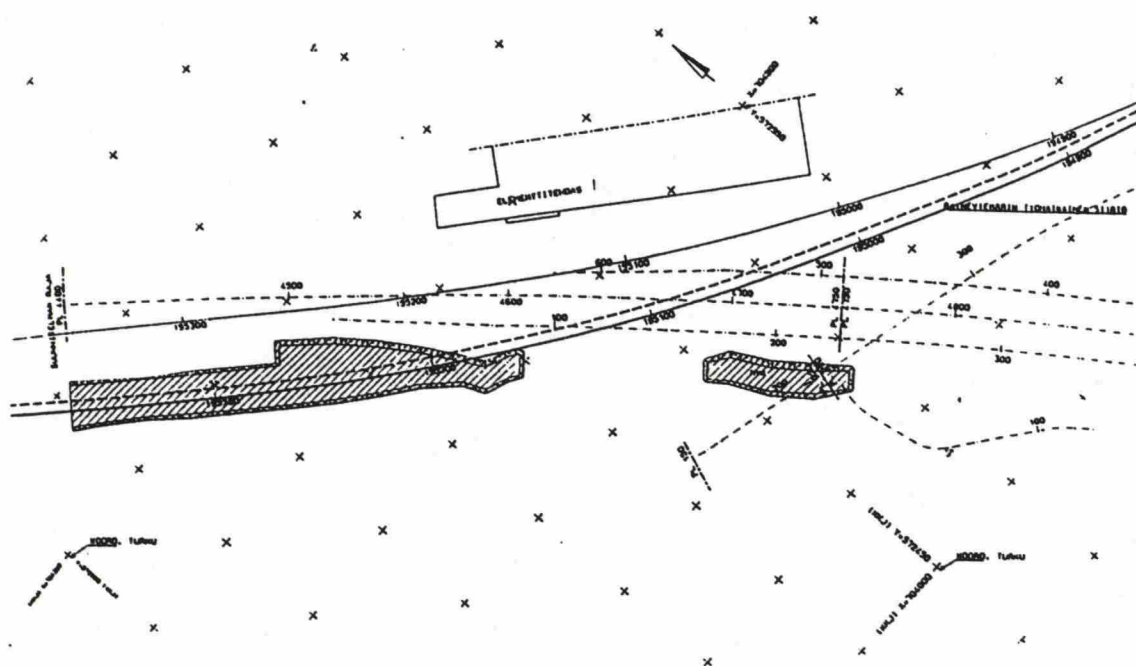
Valtatie 1:n rakentaminen moottoritieksi Turun ja Helsingin välillä vaatii Turun päässä Kupittaa kaupunginosassa kaukalorakenteen. Valtatie 1 alittaa 150 metriä pitkässä kaukalossa Helsinki-Turku rautatien sekä Lemminkäisenkadun. Kaukalon rakentaminen edellyttää mm. 590 metriä pitkän tukimuurirakenteen rakentamista. Rakennuttaja on Tielaitoksen Turun piiri.

Kaukalon rakentaminen on suunniteltu tehtäväksi viidessä eri vaiheessa. Rakentamisvaiheet ovat seuraavat:

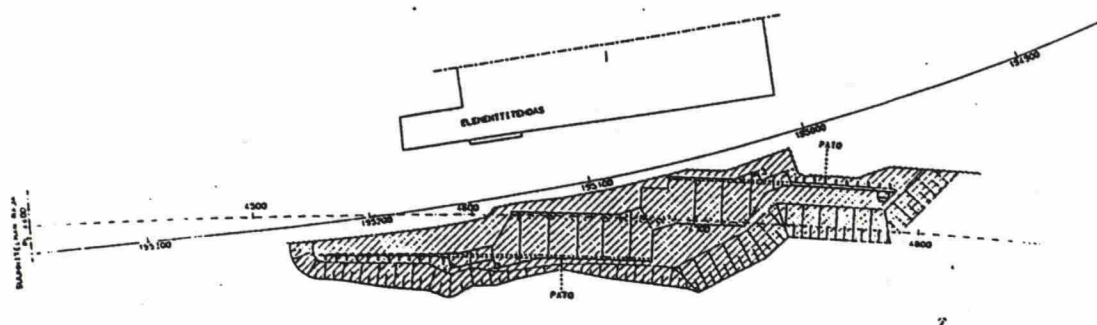
- 1 Suoritetaan massanvaihtoja rakennettavan tien länsipuolella tulevan ratapenkereen ja nykyisen Lemminkäisenkadun kohdalla.
- 2 Rakennetaan Vasaramäen alikulkusilta sekä siihen liittyvät tukimuuriosuudet ja pumppaamo. Kaivannon pohjoispuolelle nykyisen raiteen viereen on rakennettava työnaikainen tukiseinä.
- 3 Rautatieliikenne siirretään uudelle sillalle ja rakennetaan radan pohjoispuolelle jäävät tukimuuriosuudet. Kaivannon itäreunaan on tehtävä työnaikainen tukiseinä, koska aivan vieressä sijaitsee vanha tehdashalli ja sen nosturiradat.
- 4 Rakennetaan Lemminkäisen risteysilta ja siihen liittyvät tukimuuriosuudet. Kaivannon itäpuolelle on tehtävä työnaikainen tukiseinä, joka on tarpeen luiskan vakavuuden varmistamiseksi.
- 5 Lemminkäisenkadun liikenne siirretään uudelle sillalle ja rakennetaan kaukalon loppuosa. Kaivannon itäpuolelle on tehtävä työnaikainen tukiseinä luiskan vakavuuden varmistamiseksi. Kaivannon länsipuolella voidaan käyttää osaksi pengerluiskaa.

Urakkaohjelmassa rakennuttaja toteaa, että kaukalo- ja tukimuurirakenteiden osalta sallitaan vaihtoehtoisia suunnitelmia, mutta niiden on täytettävä kaukalo- ja tukimuurirakenteiden "työkohtaisissa laatuvaatimuksissa esitetty suunnitteluperusteet".



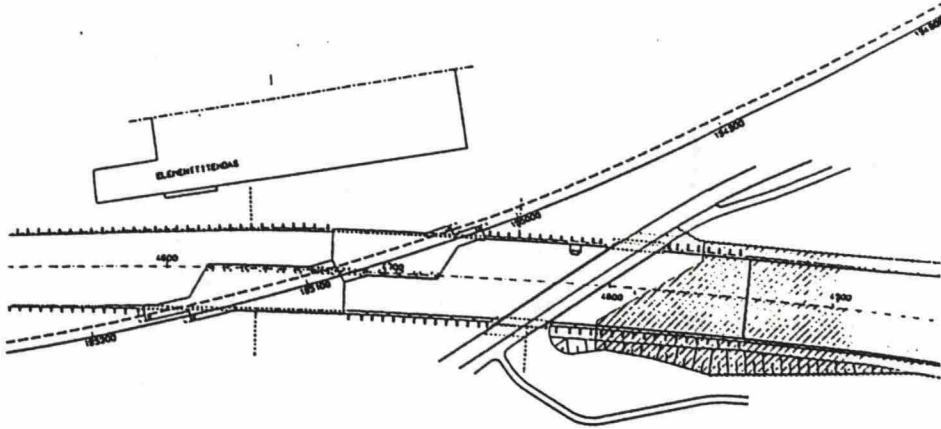


Kuva 57 Vasaramäen kaukalon rakennusvaihe 1



Kuva 58 Vasaramäen kaukalon rakennusvaihe 2





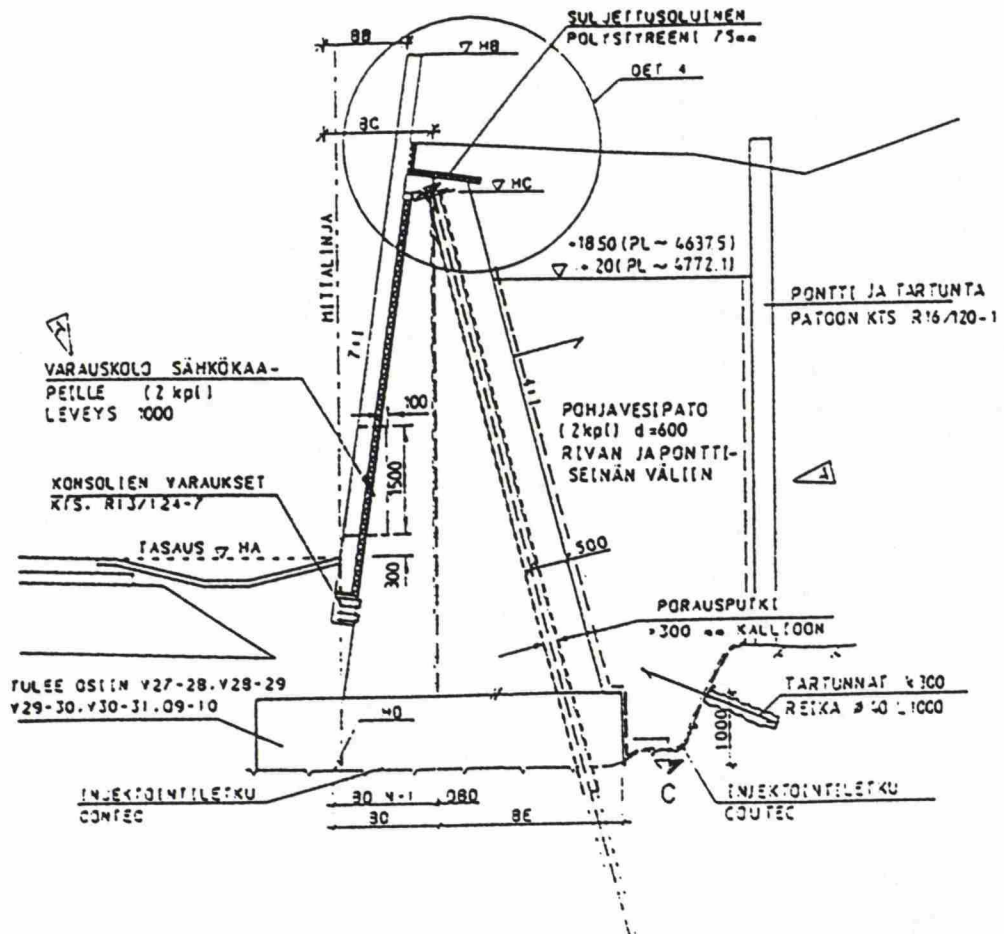
Kuva 61 Vasaramäen kaukalo rakennusvaihe 5

### Rakennuskohteen pohjarakentaminen

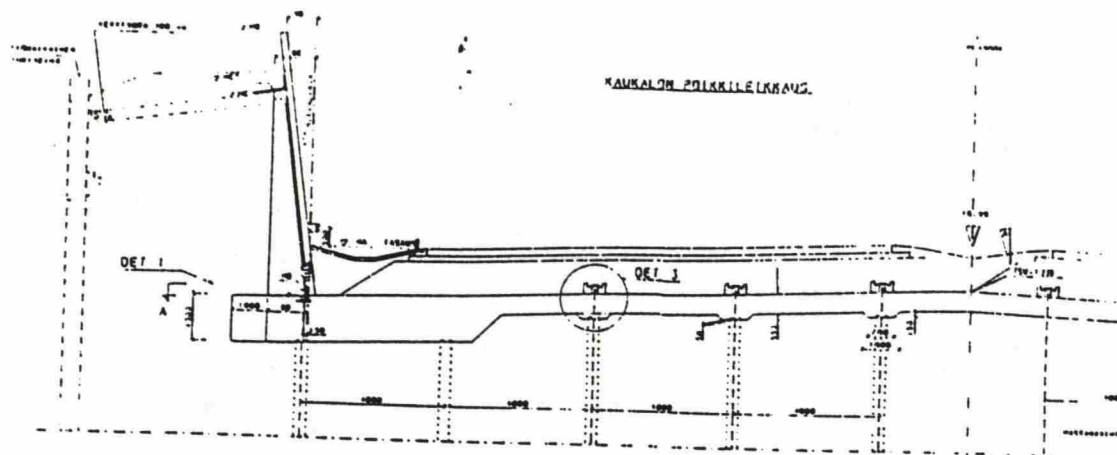
Vasaramäen kaukalarakenne rakennetaan erittäin vaikeissa pohjaolosuhteissa. Osuuden molemmissa päissä tieleikkaus ulottuu häiriintymisherkkiin savikerrokseen. Saven alapuolella on paikoin lohkarista tiivistä moreenia ja pohjalaatallisen kaukalon alueella häiriintymisherkkää siltistä moreenia. Alueella ei sallita pysyvää pohjaveden laskua, joten tieleikkaus on suunniteltu rakennettavaksi vesitiiviiksi rakenteeksi koko leikkausosuudella.

Kaukalarakenteen tukimuurit ja pohjalaatta on suunniteltu tehtäväksi paikallavaluna. Laatta ja tukimuurit ankkuroidaan kallioon vetoa vastaan ja pohjalaatta paalutetaan teräsbetonisilla siltapaaluilla  $300 \times 300 \text{ mm}^2$ . Tukimuurin alle tulevat paalut ovat mitoiltaan  $350 \times 350 \text{ mm}^2$ . Lisäksi pieni osa tukimuuria on suunniteltu perustettavaksi kaivinpaaluille  $\varnothing 900 \text{ mm}$ .





Kuva 62 Vasaramäen kaukalo - Tukimuurin tyypipoikkileikkaus



Kuva 63 Vasaramäen kaukalo - Kaukalon tyyppipoikkileikkaus

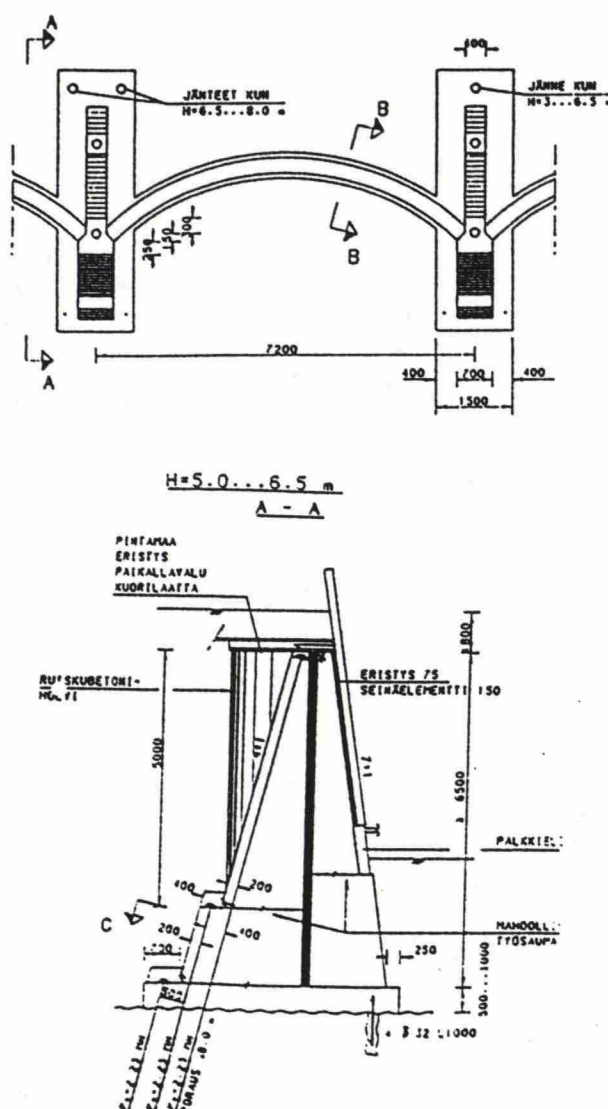
### Urakoitsijan oma toteutusvaihtoehto

Urakoitsijan omaa vaihtoehtoa hahmoteltaessa luotettiin oman kokemuksen lisäksi ulkopuoliseen konsulttiin. Vaihtoehtojen kattavan tarkastelun mahdollisti se, että urakoitsija oli saanut haltuunsa kohteen suunnitelmia jo ennen tarjouskyselyä. Toteutusvaihtoehtojen ideointi- ja vertailuvaiheessa käytiin läpi mm. seuraavia vaihtoehtoja:

- Luiskaus ja työnaikaisesta tukiseinästä luopuminen elementtitehtaan kohdalla,
- erilaiset ponttivaihtoehdot,
- sillan rakennus kaivinpaaluille,
- holvaava ruiskubetonointi,
- elementtiseinä,
- porapaalut laatan päältä korvaamaan ankkurointia,
- Vibrex-paalut laatasta ja ankkurointi,
- teräsponttiseinä + ruiskubetonointi pysyvänä rakenteena,
- porapaalu / putkipaalu + lämmöneriste + rauditus + ruiskubetonointi ja
- pysyvä tukiseinä ponttina + ruiskubetonointi, osa tukiseinää teräsputkipaaluina

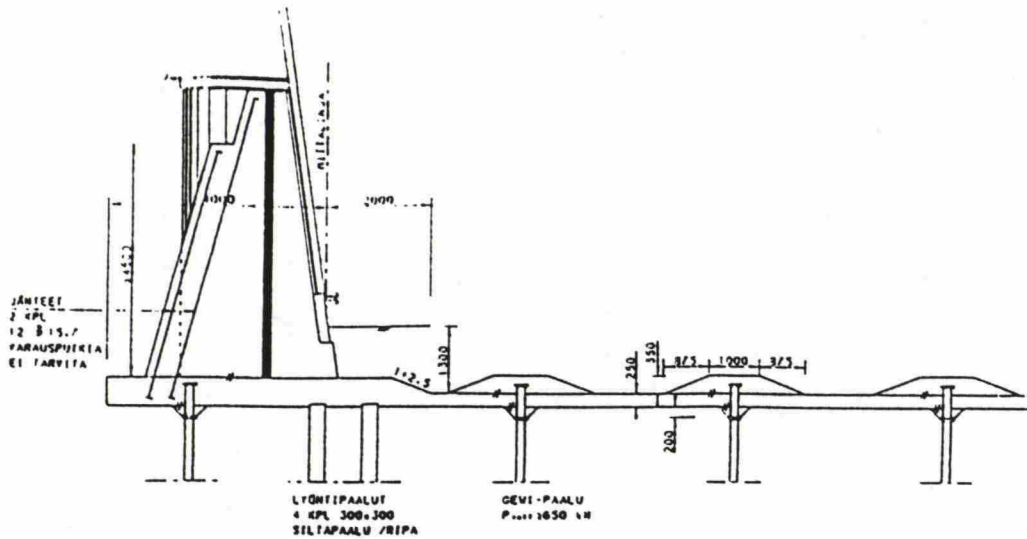
Teknisten ja taloudellisten tarkastelujen jälkeen päädyttiin seuraavaan ratkaisuun. Urakoitsijan oman vaihtoehdon pääasialliset totetuserot perusvaihtoehtoon nähden ovat seuraavat:

- 1 Tukimuurit on muutettu ripoihin tukeutuviksi holviseiniksi. Rivat on jännitetty kiinni kallioon kuten perussuunnitelmassa, mutta jänne on jaettu useammaksi pienemmäksi jänneeksi. Holvit tehdään ruiskubetonoimalla lasikuitumuottia vasten.
- 2 Kaukalon pohjalaatan paksuutta ja paalutusta on muutettu. Kaukalon pohjalaatta paalutetaan vetoa ja puristusta kestäväillä GEWI-paaluilla ja paalun läpileikkautuminen hoidetaan molemminpuolisilla sienillä, jolloin paalumäärää on voitu vähentää ja pohjalaattaa ohentaa. Lisäksi laatta jännitetään rasvapunoksilla pituussuuntaan.



Kuva 64 Vasaramäen kaukalo - Tukimuurin tasokuva ja poikkileikkaus , urakoitsijan oma vaihtoehto





Kuva 65 Vasaramäen kaukalo - Kaukalon tyyppipoikkileikkaus, urakoitsijan oma vaihtoehto

### Vaihtoehtojen vertailu

Seuraavissa taulukoissa on vertailtu perusvaihtoehtoon ja urakoitsijan oman vaihtoehtoon määriä. Suurimmat erot syntyvät pohjalaatan betonin ohentumisena, paalujen määrän vähenemisenä ja ruiskubetonisen holvirakenteen korvauksena järeän paikallavalutukimuurin, jolloin tarvittava betonointi ja rauditus sekä muotittyo vähenevät.

Taulukko 27 Merkittävimmät määräerot vaihtoehtojen välillä pohjalaatallisessa osassa

	PERUSVAIHTOEHTO	OMA VAIHTOEHTO
Rauditus	464000 kg	193000 kg
Betonointi	5800 m <sup>3</sup>	2100 m <sup>3</sup>
Paalut 250 x 250	1500 m	3000 m
Paalut 300 x 300	6300 m	
Paalut 350 x 350	900 m	
Ankkurit	245 kpl / 3300 m	
GEWI-paalut		421 kpl / 5300 m

Taulukko 28 Merkittävimmät määräerot vaihtoehtojen välillä tukimuurirakenteessa (tukimuurit & anturat)

	PERUSVAIHTOEHTO	OMA VAIHTOEHTO
Rauditus	536000 kg	231000 kg
Betonointi	6600 m <sup>3</sup>	2900 m <sup>3</sup>
Betonointi - ruiskubetoni		1400 m <sup>3</sup>
Ankkurit	192 kpl / 1100 m	401 kpl / 4500 m

Lopullinen tarjoushintojen ero perusvaihtoehdon ja urakoitsijan oman vaihtoehdon välillä on noin 8 % verrattuna perusvaihtoehdon hintaan. Suurimmat markkamääräiset hintaerot syntyvät kaukalon pohjalaatan ja tukimuurien rakenteista (hintaero 23 % verrattuna perusvaihtoehdon hintaan) sekä pulttauksista ja ankuroinneista (hintaero 39 % verrattuna perusvaihtoehdon hintaan).

Kilpailuetua urakoitsija sai tässä tapauksessa sekä differoimalla että olemalla oikea-aikainen eli saavuttamalla suhteellista kilpailuetua. Tarjousten käsittelyaika ei normaalisti mahdollista näin perusteellista vaihtoehtojen tarkastelua. Yrityksessä kehitetty tuote, ruiskubetonointi holvirakenteena, yhdistyi muuhun ideointiin (GEWI-paalut), jolloin voitiin saavuttaa selkeää etua "perinteiseen" vaihtoehtoon verrattuna.

Tarjouskilpailun tuloksena oli, että urakoitsijan perusvaihtoehdon hinta oli noin 10 prosenttia kalliimpi kuin kohteen työkseen saaneen urakoitsijan hinta. Täten myös urakoitsijan oma vaihtoehto oli noin 3 % kalliimpi verrattuna työn saaneen urakoitsijan perusvaihtoehdon hintaan.

Syinä tarjouskilvan häviämiseen voivat olla joko kilpailijoiden halvemmat hinnat, pienemmät katteet ko. urakassa tai tarve saada urakka esimerkiksi tilauskannan ja kaluston käyttöasteen takia.

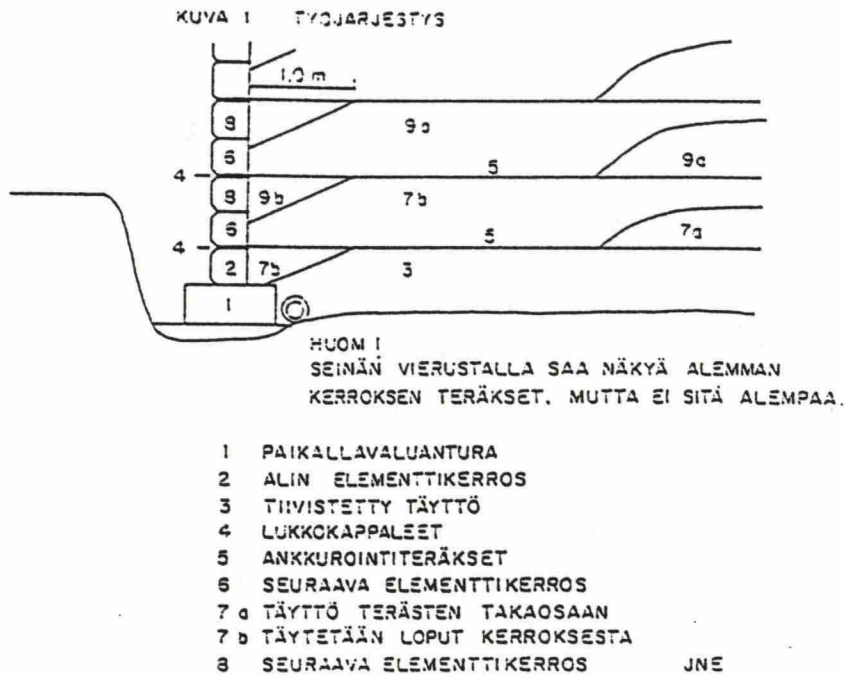
### 5.1.2 KT 50 - Bemböle-Vanhakartano meluesteet

#### Yleistä

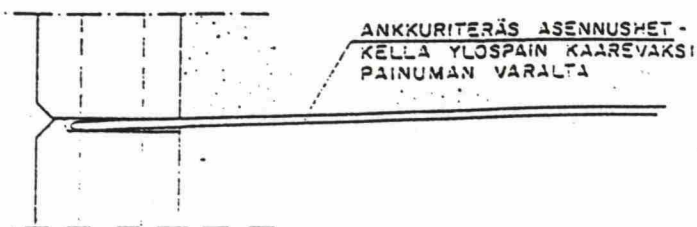
Tielaitoksen Uudenmaan tiepiiri rakennuttaa tieosuuden Bemböle-Vanhakartano meluesteet. Työ liittyy kt50:n (kehä III) parantamiseen ko. välillä. Urakan kokonaishintaisina tarjottavat rakennuskohteet ovat Tollinmäen melumuuri ja Juvanmalmin tukimuuri, joka liittyy olemassaolevan sillan lisärampin rakentamiseen.

#### Rakennuskohteen pohjarakentaminen

Sekä Tollinmäen melumuuri että Juvanmalmin tukimuuri on suunniteltu toteutettaviksi LIMi -harkkorakenteena. Harkot tukeutuvat maakerrokseen ankkurointiteräksillä ja täyttö tapahtuu vaiheittain harkkojen asennuksen edetessä.



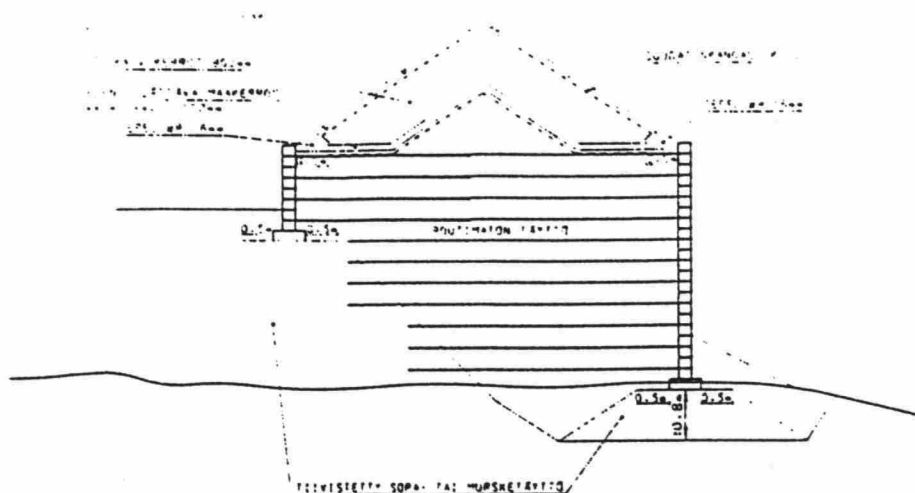
KUVA 2 ANKKURITERÄSTEN ASENNUS



Kuva 66 LIMi-tukimuurin työjärjestys

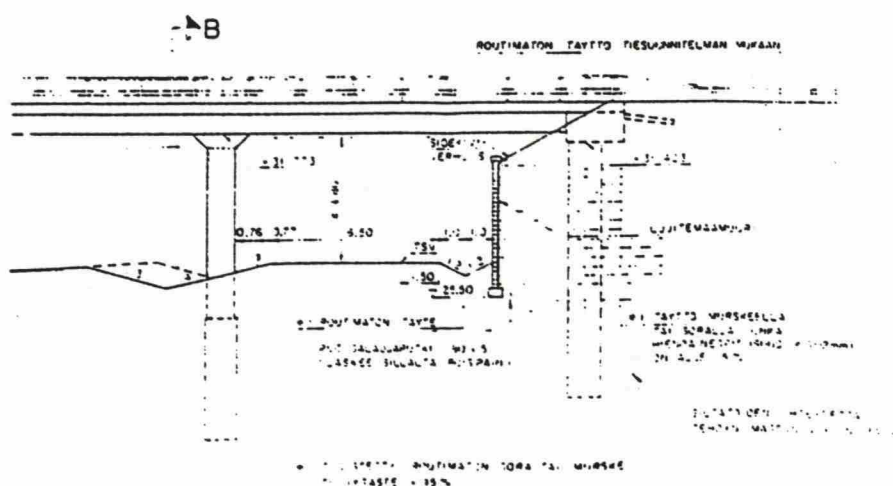


Tollinmäen melumuurin harkollisen pinnan toinen puoli on noin kaksi metriä korkea 110 metriä pitkällä osalla. Kt50:n puolella harkkopinta on noin viisi metriä korkea ja 145 metriä pitkä. Yhteensä harkkopintaa on noin 800 m<sup>2</sup>. Muurien väliin tulevan täytön tulee olla routimatonta maata mm. ankkuriterästen tartunnan varmistamiseksi.



Kuva 67 Tollinmäen melumuurin täytön periaatekuva

Juvanmalmin tukimuurin pituus on noin 35 metriä ja korkeus noin neljä metriä. Yhteensä harkkopintaa on noin 130 m<sup>2</sup>. Rakennustyön ajaksi rakennuttaja siirtää liikenteen sillalta kiertotielle, jolloin kaivu ja täyttötyöt mahdollistuvat.



Kuva 68 Leikkauskuva Juvanmalmin tukimuurirakenteesta

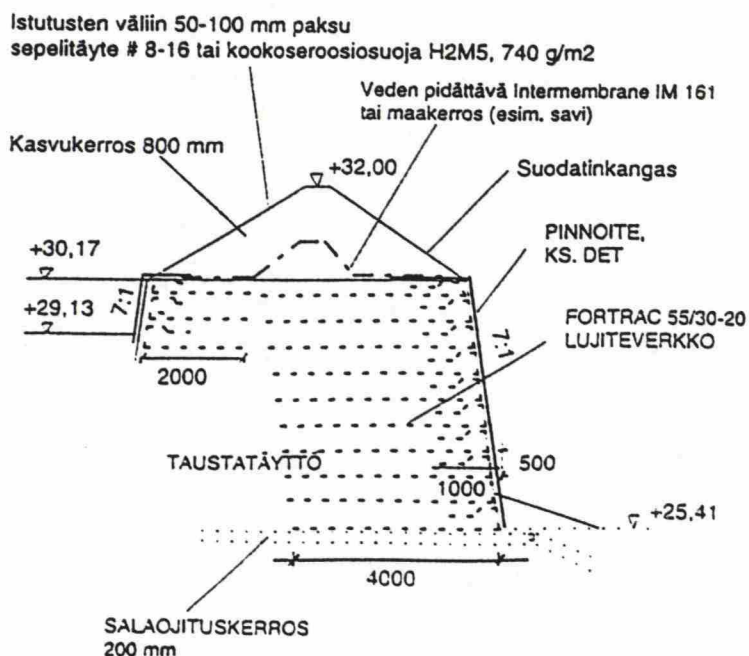
## Urakoitsijan oma toteutusvaihtoehto

Urakoitsijan omaa vaihtoehtoa mietittäessä tarkasteltiin Tollinrinteen melumuurin osalta perusvaihtoehdon lisäksi neljää eri vaihtoehtoa sekä Juvanmalmi tukimuurin kohdalla kolmea omaa vaihtoehtoa.

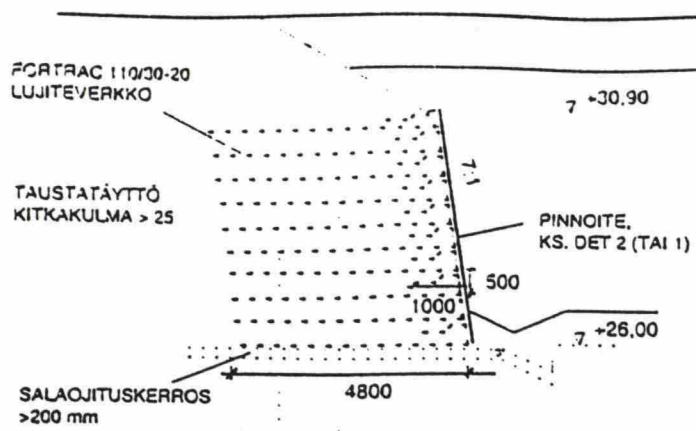
Taulukko 29 Meluesteurakassa tarkastellut pohjarakennusvaihtoehdot

VAIHTOEHTO	MELUMUURI	TUKIMUURI
Limi-harkko	*	*
Geovahvisteverkko	*	*
Maan naulaus		*
Ruiskubetoniholvirakenne ja pilarit	*	*
Permagrib - meluseinä	*	
Geovahviste ja Permagrib	*	

Teknisten ja taloudellisten tarkastelujen jälkeen edullisimmaksi vaihtoehdoksi molemmissa kohteissa osoittautui geovahvisteverkko, jonka pinnoitteeksi suunniteltiin ruiskubetoni. Juvanmalmin tukimuurissa olisi maan naulaus -tekniikalla kaivutöissä säästämällä päästy edullisempaan ratkaisuun, mutta koska kaivumassoja voitiin käyttää hyväksi Tollinrinteen melumuurissa, päädyttiin geovahvisteverkon tarjoamiseen molemmissa kohteissa.



Kuva 69 Tollinrinteen melumuurin tyypipoikkileikkaus, urakoitsijan oma vaihtoehto



ROUTIMATON TÄYTE 2,0 m MATKALLE ETUPINNAN TAAKSE.

Kuva 70 Juvanmalmin tukimuurin tyyppipoikkileikkaus, urakoitsijan oma vaihtoehto

### Vaihtoehtojen vertailu

Limi-harkkorakenne perustuu ankkuriterästen kontaktiin maakerrokseen ja täyttö tapahtuu vaiheittain. Geovahvisteverkko taas toimii taustatäytön lujitteena. Rakennustavaltaan menetelmät muistuttavat kuitenkin täytön vaihteellisuuden kannalta toisiaan. Seuraavissa taulukossa on esitetty molempien ratkaisuiden tärkeimmät materiaalienekit molemmissa kohteissa.

Taulukko 31 Limi-harkko -vaihtoehdon määrät kohteittain

	MELUMUURI	TUKIMUURI
Limi-harkko	5300 paria	900 paria
Lukkotapit	2990 kpl	450 kpl
Ankkuriteräs (kuumasink.)	16700 kg	5700 kg

Taulukko 32 Geovahviste -vaihtoehdon määrät kohteittain

	MELUMUURI	TUKIMUURI
Fortrac 110/ 30-20		1200 m <sup>2</sup>
Fortrac 55/ 30-20	5300 m <sup>2</sup>	
Fortrac 35/ 30-20	1400 m <sup>2</sup>	
Ruiskubetoni- pinta	850 m <sup>2</sup>	130 m <sup>2</sup>



Lopullinen tarjoushintojen ero perusvaihtoehdon ja urakoitsijan oman vaihtoehdon välillä on noin 21 prosenttia verrattuna perusvaihtoehdon hintaan. Tollinrinteen melumuurin tarjoushinta on noin 36 prosenttia halvempi geovahvisteverkkoratkaisuna, kuin Limi-harkkona. Juvanmalmin tukimuurin tarjoushinta geovahvistarakenteena on noin 27 prosenttia halvempi kuin Limi-harkkona toteutettu muuri.

Rakennuttaja toteaa urakkaohjelmassa: "Juvanmalmin tukimuurin rakennustyöstä urakoitsija voi esittää työmenetelmän osalta oman vaihtoehdoisen suunnitelman. Muurin pintarakenteena tulee säilyttää suunnitelmassa esitetty harkkotyyppi. Muita vaihtoehtoisia suunnitelmia ei hyväksytä."

Näistä ehdoista huolimatta urakoitsija päätti tarjota omaa vaihtoehtoaan kohteeseen. Tarkoituksena oli paitsi yrittää saada urakka, niin myös hankkia taloudellisuustietoa eri menetelmistä vastaisuuden varalle.

Tarjouskilpailun tuloksena urakoitsijan oman vaihtoehdon tarjoushinta oli halvin noin kuuden prosentin erolla halvimpaan perusvaihtoehdon tarjonneeseen. Rakennuttaja hylkäsi vaihtoehdon, koska suunnitelmamuutoksen hyväksyttäminen vastoin urakkaohjelmaa olisi ollut vaikeaa. Halvimman perusvaihtoehdon tarjonneella oli kohteen tarjoushinnassa myös etua yhteiskustannusten osalta lähellä sijainneesta käynnissä olleesta työmaasta.

## 5.2 KILPAILUETU ESIMERKKIKOhteissa

Edellä esitetyt kaksi esimerkkikohdetta osoittavat, että urakoitsija voi saavuttaa kilpailuetua alemmalla hinnalla esittämällä oman toteutusvaihtoehdon. Alkuperäinen suunnitelma on usein laadittu siten, että riittävän moni urakoitsija pystyy tarjoamaan kohteen. Jotta omia vaihtoehtoja voidaan esittää, tulee rakennuttajan olla avoin vaihtoehdoille.

Esimerkkikohteet osoittavat myös, että kilpailu pohjarakentamisessa on kireää tällä hetkellä. Vaikka molemmissa kohteissa saavutettiin selkeä laskennallinen hinnan alennus perusvaihtoehtoon nähden omalla vaihtoehdolla, niin se ei kuitenkaan johtanut urakoiden saamiseen. Kilpailijat tarjosivat molemmat kohteet halvemmalla hinnalla perusvaihtoehdolla. Esitettyjen vaihtoehtojen tekninen kelpoisuus ei selvinnyt, koska jatkoneuvotteluihin ei päästy.

Vasaramäen kaukalorakenteen vaihtoehdon tarjoaminen osoitti sen, että oikea-aikaisuus ja tulevien urakoiden "haistelu" ovat suhteellisen kilpailuedun saavuttamisen kannalta tärkeitä. Kohteen perusvaihtoehdon suunnitelmat oli rakennettu selkeästi siten, että mahdollisimman moni urakoitsija pystyisi jättämään kohteesta tarjouksen.

Meluste -kohde toimii hyvänä esimerkkinä siitä, kuinka suuren kustannusedun voi saavuttaa vertailemalla toteutusvaihtoehtoja ja niiden kustannuksia. Valmistustekniikkansa puolesta varmasti moni urakoitsija pystyy antamaan tarjouksen geovahvisteena toteutettavasta urakasta. Tarjouskilpailun tuloksesta huomattiin myös menetelmän hintakilpailukyky.

Melumuuri -kohde osoitti myös materiaalitoimittajien vaikutusvallan suunnittelijoiden kautta. Suunnittelijan käyttäessä kohteen suunnittelussa vain jotakin tiettyä tuotetta tai työmenetelmää rakennuttajan on vaikea nähdä muita edullisempia vaihtoehtoja. Suunnittelijalla on voimakas vaikutus ostokeskuksessa.

Geovahvisteverkko -rakenteena toteutettava melu- / tukimuuri on kohteena Suomessa niin uusi, että joko suunnittelija ei tätä sinänsä selkeästi taloudellisinta vaihtoehtoa ollut edes harkinnut tai sitten rakennuttaja ei ole vakuuttunut menetelmän teknisestä toimivuudesta. Rakennuttaja ei voinut hyväksyä vaihtoehtoista suunnitelmaa, koska urakkaohjelmassa asetettiin esteitä vaihtoehtoisille ratkaisuille.

## 6. TULOKSET

### 6.1 POHJARAKENTAMISEN TOIMIALAN RAKENNE

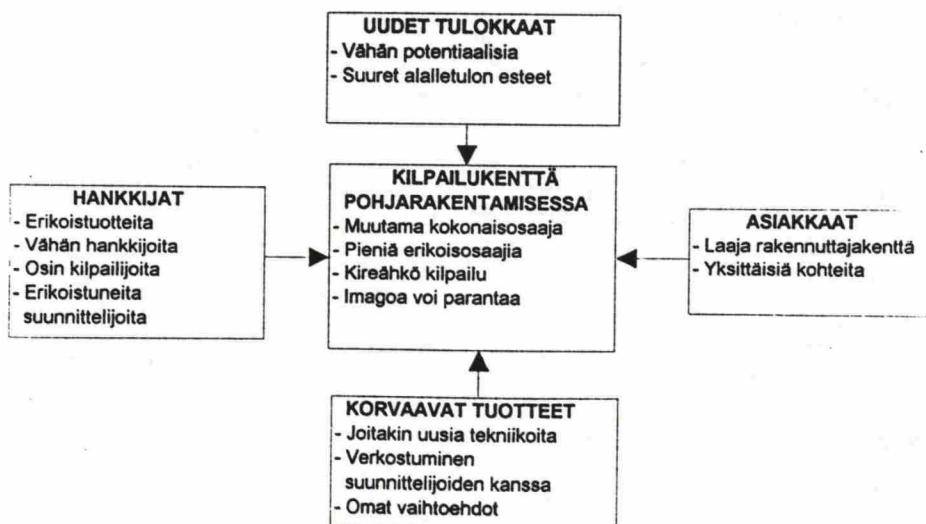
Kilpailu pohjarakentamisessa on tällä hetkellä melko kovaa ja tulee säilymään kovana lähitulevaisuudessa. Alalla on muutama kokonaisosaaja sekä pieniä erikoistuneita yrityksiä. Rakennuttajat näkevät Rakennus Oy Lemminkäisen yhtenä vahvoista vaikeiden pohjarakennuskohteiden toteuttajista.

Uusien tulokkaiden uhka alalla on melko pieni. Suuret perusinvestoinnit kalustoon toimivat alalletulon esteinä. Alalletulon esteenä toimii myös pohjarakentamisessa tarvittava tieto-taito.

Vaikeita pohjarakennuskohteita rakennuttavat monet eri rakennuttajat. Kohteet jakautuvat melko tasaisesti rakennuttajakenttään. Jatkuvarakennuttajilla on osin omaa suunnittelukapasiteettia, mutta kertarakennuttajat käyttävät erikoissuunnittelijoita.

Pohjarakentamisessa materiaalitoimittajat ovat erikoistuneita esimerkiksi ankkureihin, geovahvisteisiin, paalutuksiin jne. Alihankkijat ovat osin kilpailijoita. Esimerkiksi paalutustöitä urakoivat melkein kaikki suurimmat alan yritykset. Myös suunnittelijat ovat usein erikoistuneita tiettyihin tekniikoihin ja olosuhteisiin.

Korvaavina tuotteina voidaan nähdä esimerkiksi tässä diplomityössä esitelty menetelmät. Näiden tekniikoiden soveltaminen vaatii kuitenkin vielä lisäselvityksiä. Uusien tuotteiden markkinointia voidaan tehostaa verkostumalla suunnittelijoiden suuntaan. Korvaavina tuotteina voidaan nähdä myös omat vaihtoehtoiset laadukkaat suunnitelmat, joilla voidaan saavuttaa kilpailuetua.



Kuva 71 Pohjarakentamisen kilpailukenttä



## 6.2 KILPAILUN PERUSSTRATEGIAT POHJARAKENTAMISESSA

Kilpailukyvyyn pohjarakentamisessa on mahdollista perustua erilaistamisen (differoinnin) kautta saavutettavaan hintakilpailukykyyn. Kustannusjohtajuuden strategian soveltaminen edellyttää suurempaa suhteellista markkinaosuutta, kuin yrityksellä tällä hetkellä on. Differointia voidaan saavuttaa omilla pohjarakennus-menetelmillä ja/tai omilla vaihtoehtoisilla suunnitelmilla.

Suomen pohjarakennusolosuhteet ovat niin ainutlaatuiset, että muualla maailmassa käytetyt tekniikat eivät sellaisenaan sovellu käytettäväksi Suomessa. Näiden menetelmien muuntaminen vastaamaan meidän olosuhteitamme tarjoaa kuitenkin mahdollisuuksia. Myös nykyisiä pohjarakennusmenetelmiä kehittämällä voidaan saavuttaa differoinnin tuomaa kilpailuetua.

Menetelmien kehityksessä suurimmat mahdollisuudet ja tarpeet ovat maapohjan vahvistamiseen liittyvissä tekniikoissa. Esimerkiksi syvästabiloinnin pilareiden laatua voidaan edelleen parantaa. Myös massastabiloinnin mahdollisuudet jatkossa on selvitettävä.

Omilla vaihtoehdoilla voidaan myös saavuttaa differoinnin kautta kilpailuetua. Usein vaativien pohjarakennuskohteiden suunnitelmat tehdään siten, että mahdollisimman moni urakoitsija pystyy antamaan kohteesta tarjouksen. Tämä mahdollistaa kilpailuedun saavuttamisen edullisempia toteutusvaihtoehtoja tarjoamalla. Näiden omien vaihtoehtojen suunnitelmien tulee olla selkeitä, edullisia ja teknisen toiminnan kannalta vakuuttavia.

Vaikeat pohjarakennuskohteet jakaantuvat melko tasaisesti koko rakennuttajakenttään. Differoinnin strategiaa tuleekin noudattaa laajalla markkina-alueella, mutta keskittyen vaativien kohteiden toteuttamiseen.

Jotta omilla vaihtoehtoisilla suunnitelmilla saavutettaisiin kilpailuetua, tulee hankkia omaan suunnitteluun tarvittava aika. Suhteellisen kilpailuedun saavuttamiseksi merkittävistä kohteista tulee saada tieto jo ennen tarjouspyynnön saapumista, ja kohteiden toteutusvaihtoehtojen pohtiminen tulee aloittaa hyvissä ajoin. Oman vaihtoehdon tarkastelussa tulee kiinnittää erityistä huomiota pohjatutkimuksien oikeaan tulkintaan ja tutkimusten riittävyteen, sillä oman vaihtoehdon esittämällä urakoitsija ottaa riskin vaihtoehdonsa teknisestä toimivuudesta.

Verkostumalla valittujen suunnittelijoiden kanssa voidaan mahdollistaa tuotekehitys ja taata omien vaihtoehtojen suunnitelmien tekninen laatu. Suunnittelijoilla ei ole riittäviä edellytyksiä eri vaihtoehtojen kustannusvaikutusten selvittämiseen. Näin ollen suunnittelijoiden tuleekin keskittyä suunnitelmien tekniseen puoleen ja urakoitsijan kustannusvertailujen tekemiseen eri vaihtoehdoille. Näin voidaan saavuttaa edullisin vaihtoehto kussakin kohteessa.

Hintakilpailukyvyyn saavuttaminen kustannusjohtajuuden kautta on vaikeaa. Pohjarakennusalan johtavilla yrityksillä on laaja osaaminen ja kalusto perinteisten ratkaisuiden edulliseen toteuttamiseen. Erilaistamisen (differoinnin) strategian noudattamista taas saattavat vaikeuttaa alalla jo toimivat pienet erikoisosaajat.

### 6.3 POHJARAKENTAMISEN STRATEGIAVAIHTOEHDOT

Pohjarakentamisen toimialalle tuleminen tapahtuu luonnollisimmin sisäisen kehityksen kautta. Tarjoustoiminnassa tulee keskittyä yhä haastavampien kohteiden toteuttamiseen ja uusien saatujen kohteiden toteutuksessa opitut asiat tulee siirtää myös tarjoustoiminnan ja tulevien kohteiden perustaksi.

Nopeammin alalle tunkeutuminen voidaan toteuttaa yritysoston kautta. Tällöin kyseeseen tulee lähinnä jonkin syvästabilointiin erikoistuneen yrityksen kaluston ja tietotaidon hankkiminen. Syvästabilointi toimintona ei kuitenkaan nivelly kovin hyvin liiketoimintayksikön nykyiseen toimintaan ja osaamiseen.

Nykyisten asemien puolustaminen tapahtuu parhaiten keskittymällä kehittämään jo olemassa olevia osaamisalueita. Hyökkäys on kuitenkin paras puolustus. Erikoistumalla johonkin tekniikkaan ja keskittymällä vaihtoehtoisiin tarjouksiin voidaan saavuttaa kilpailuetua.

Hyökkäysstrategian noudattamiseksi yrityksen tulee hankkia jonkin pohjarakennusmenetelmän tuntemus ja kalusto sekä kehittää tietämystä edelleen ylivoimaiseksi erikoisosaamiseksi. Pelkillä vaihtoehtosuunnitelmillä ei saavuteta pysyvää differentiaalia. Nykyisen toiminnan taso kalliorakentamisessa toimii hyvänä perustana hyökkäystoimille. Korkeat kalustoinvestointikulut voivat toimia esteenä kilpailijoiden kostotoimille.

Hyökkäyksen tulee tapahtua arvoketjua uudistamalla uuden osaamisen myötä. Strategian tulee olla selkeä ohitushyökkäys. Tämä hyökkäys voidaan toteuttaa parhaiten "hyppäämällä" uusiin teknologioihin, jotka syrjäyttävät olemassaolevat tuotteet. Samanaikaisesti ohitushyökkäyksen kanssa voidaan toteuttaa sissihyökkäyksien luonteisia toimenpiteitä vastustajan moraalin alentamiseksi.

### 6.4 UUDEN POHJARAKENNUSTUOTTEEN KEHITTÄMINEN

Lähitulevaisuudessa erilaiset synteettiset tuotteet tulevat vahvistamaan asemaansa georakentamisessa. Näiden tuotteiden asennus ei kuitenkaan tuo urakoitsijalle erityistä kilpailuetua, ellei synteettisiä valmisteita käyttämällä pystytä esittämään omia toteutusvaihtoehtoja.

Maan naulaus -tekniikka niveltyy hyvin yrityksen nykyiseen osaamiseen ruiskubetonitekniikassa. Kohteiden mitoituksen käytäntöä on vielä kehitettävä. Tässä työssä tarvitaan tiivistä yhteistyötä valitun suunnittelijan kanssa. Menetelmällä on saavutettavissa kilpailuetua. Maan naulausta voidaan joissakin tapauksissa tarkastella myös teräsponttiseinän vaihtoehtona.



Suihkupaalutuksen markkinat Suomessa ovat pienet. Sovelluskohteet lisääntyisivät todennäköisesti, mikäli suihkupaalutuskalustoa olisi Suomessa. Menetelmän monikäyttöisyys, esimerkiksi mahdollisuudet tunnelien vahvistamisen tekniikkana tai saastuneiden maiden eristämisen tiivistysrakenteena voivat tukea laitteiston käyttöä. Suihkupaalutuksen markkinat perustusten saneerauksessa Suomen lähialueilla, lähinnä Pietarin alueella, saattavat kasvaa tulevaisuudessa. Investoinnin kalleus voi olla este kaluston hankinnalle, mutta toimii myös jatkossa suojana jäljittelyä vastaan. Kaluston hankkiminen on luonnollisinta jonkin suuren pilottikohteen yhteydessä.

Maapohjan vahvistamiseen liittyville tekniikoille on tarvetta. Rakentamisen painottuminen Etelä-Suomeen pitää maapohjan vahvistamisen tekniikoiden markkinoita yllä. Ruotsissa tapahtunut voimakas infra-rakentamisen lisääntyminen on vahvistanut syvästabiloinnin markkinoita lahden toisella puolella. Syvästabiloinnin laitteiston ja osaamisen hankkiminen tapahtunee parhaiten yritystoston kautta. Myös massasyvästabiloinnin tekniikkaa voitaneen kehittää syvästabilointikaluston pohjalta. Tiivistettyjen sorapaalujen teko ei menetelmän näennäisestä yksinkertaisuudesta huolimatta ole poissuljettu kehitysmahdollisuus.

Manta Ray - maa-ankkurin käyttö Suomessa saattaa olla suojattavissa lisenssijärjestelyin. Mekaanisten maa-ankkureiden yleistymisen Suomessa vaatii kuitenkin mitoituskäytännön tarkentamista.

Kaikki edellä kuvatut pohjarakennusmenetelmät nivELYVÄT yrityksen päämääriin. Uudet menetelmät vaativat kuitenkin enemmän tai vähemmän lisätutkimuksia soveltuvuuden ja mitoituksen selvittämiseksi. Uuden tuotteen kehittäminen on pitkä prosessi, johon pitää uhrata voimavaroja omassa yrityksessä ja hankkia osaava suunnittelija yhteistyökumppaniksi sekä rahoitus tutkimusprojekteihin. Uuden menetelmän jäljittelylle tulee olla esteitä tai näitä esteitä tulee luoda.

## 6.5 POHJARAKENTAMISEN MARKKINAT

Pohjarakentamisen markkinat Suomessa ovat pienentyneet rakentamisen laman myötä. Kohteet ovat keskittyneet yhä enemmän etelä-Suomeen. Paalutukset muodostavat suurimman osan markkinoista. Vaativat pohjarakennus-kohteet ovat yleisesti yhdistelmiä mitä erilaisimmista pohjarakentamisen tekniikoista.

Vaikeiden pohjarakennuskohteiden markkinat ovat suhteellisen laajat. Vaativia kohteita toteutetaan koko rakennuttajakentässä. Kohteiden määrä ei kuitenkaan ole kovin suuri.

Mittaviakin rakennuskohteita tulee jatkossa olemaan, mutta melko harvassa. Näissä kohteissa rakennuttaja ei tule valitsemaan kohteen sijaintia pohjaolosuhteiden, vaan toiminnallisten näkökohtien perusteella. Näissä kohteissa on ensiarvoisen tärkeää mahdollisimman lyhyt rakennusaika. Suuria vaikeisiin pohjaolosuhteisiin tulevia kohteita toteutetaan siis myös jatkossa. Vaikeita kohteita tulevat olemaan myös pienemmät usein korjausrakentamiseen ja ylläpitoon liittyvät kohteet.



## **Mahdollisuudet**

Uusilla menetelmillä voidaan tunkeutua pohjarakentamisen markkinoille. Kehitystyön kautta voidaan saavuttaa nykyisille menetelmille vaihtoehtoisia ja korvaavia tekniikoita, joiden tekninen suorituskyky ja hinta ovat kilpailukykyisiä.

Omilla vaihtoehtosuunnitelmilla voidaan esittää rakennuttajille edullisempia toteutusvaihtoehtoja. Suunnittelijoiden suuntaan verkostumalla vaihtoehtosuunnitelmien teknistä ja taloudellista laatua voidaan parantaa.

Laman seurauksena alan yritysten tulokset ovat olleet heikkoja viime vuosina. Voimavaroja hyökkääjän toimien estämiseksi tai kostotoimenpiteisiin on varsin vähän. Alalla on pieniä erikoisosaajia, joiden ostamista voidaan harkita.

## **Uhat**

Rakennuttajien kriittinen ja osin torjuva suhtautuminen urakoitsijoiden omiin suunnitelmiin heikentää mahdollisuuksia saavuttaa kilpailuetua vaihtoehtoisilla suunnitelmilla. Suhtautuminen vaihtoehtoihin tulee selvittää tapauskohtaisesti jo ennen tarjouspyyntövaihetta.

Aika ei riitä omien vaihtoehtojen riittävään tarkasteluun, vaan suunnitelmista tulee laadullisesti ja teknisesti heikkoja. Rakennuttajat käyttävät suunnittelijoita, jotka sitoutuvat johonkin ratkaisuun saadakseen useita tarjoajia, eikä muille vaihtoehdoille anneta urakka-asiakirjoissa mahdollisuuksia.

Urakoiden pilkkominen pienempiin osiin saattaa tulevaisuudessa heikentää mahdollisuuksia voittaa suuria urakkakokonaisuuksia pohjarakennusosaamisen avulla.

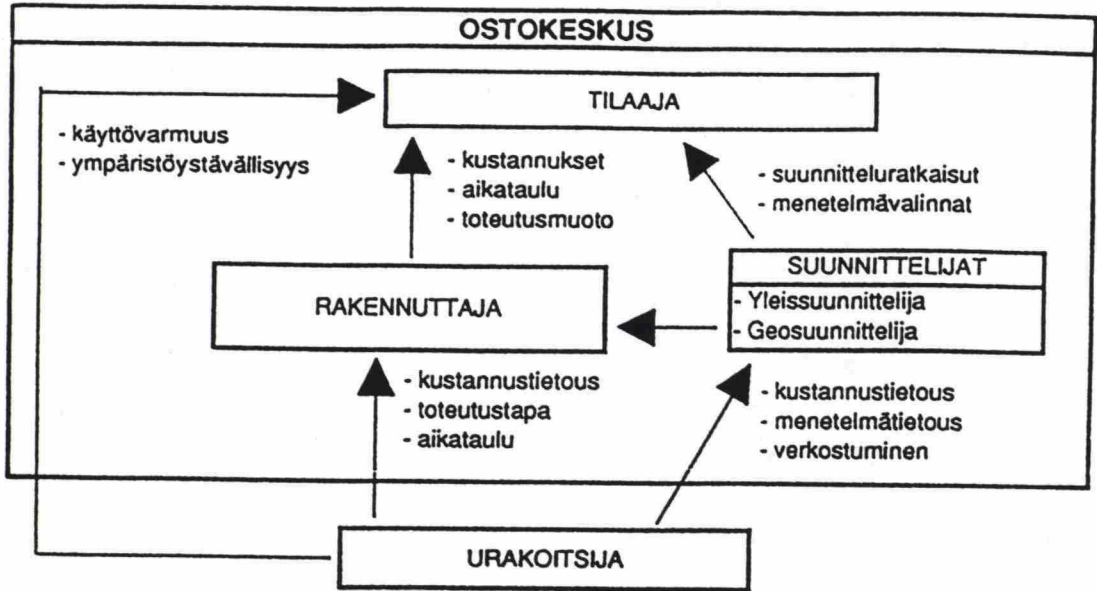
Rakentamisen lama on syvä. Taloudellinen tilanne saattaa pitää pohjarakentamisen markkinat alhaisina vielä joitakin vuosia. Vaikeiden kohteiden markkinat ovat epäjatkovat.

## **6.6 OSTOPÄÄTÖS POHJARAKENTAMISESSA**

Suurimpien jatkuvarakennuttajien valitessa urakoitsijoita tarjouspyynnön kohteeksi valintaan vaikuttavat voimakkaasti erilaiset määräykset sekä halu kilpailuttaa.

Urakoitsijoiden koko, riskinhallintakyky ja nykyisin yhä enemmän laadunvarmistuksen taso toimivat myös kriteereinä valinnalle. Kertarakennuttajien valitessa urakoitsijoita, joille tarjouspyynnön lähettävät, valintaan vaikuttavat suunnittelijoiden mielipiteet ja suositukset sekä sattuma.

Ostoprosessiin voidaan vaikuttaa vaikuttamalla ostokeskuksen jäseniin. Tällöin jatkuvarakennuttajiin tulee vaikuttaa suoraan ja kertarakennuttajiin suunnittelijoiden kautta. Suunnittelijoiden kanssa verkostuminen on keino vaikuttaa ostopäätökseen. Tärkeää on toteuttaa verkostuminen nimenomaan henkilöiden, ei niinkään suunnittelutoimistojen kanssa. Suunnittelijoiden tulee tällöin huolehtia suunnitelmien teknisestä toimivuudesta ja urakoitsijan kustannusten vertailusta.



Kuva 72 Ostoprosessiin vaikuttaminen pohjarakentamisessa

## LÄHDELUETTELO

Aaker David A. , Erityisetujen ja osaamisen hallinta: Avain pysyvään kilpailuun, Yritystalouslehti, 1990, no.5, s.8-18 , ISSN 0358-4208

Aaker, David A. & Day George S. , Marketing research, 4. painos, Singapore, John Wiley & Sons, 1990 (1980), 739 s.

Aaltonen Lauri, Iskuaallon mittaus syvästabiloinnin laadunvalvonnassa, Kunnallistekniikka, 1994, no. 2, s.48-50

Andersson Morgan , Tredje banan på Arlanda klar för trafik julen 1999, Byggindustrin, 1994, 15/94, s.8

Ansoff, H.Igor , Strategisen johtamisen käsikirja, Keuruu, Otava, 1984, 328 s. , ISBN 951-1-08041-5.

Aschieri F. , Jamiolkowski M. & Tornaghi R. , Case history of a cut-off wall executed by jet grouting, Teoksessa: VIII European Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering (ECSMFE), Volume 1, Helsinki, Suomen geoteknillinen yhdistys, 1983, s.121-126

Oy Atlas Copco Louhintatekniikka Ab, Tuote-esite: Jet Grouting - a firm foundation.

Bruce D.A. & Jewell R.A. , Soil Nailing: Application and practice - part 1, Ground engineering, 1986, no. 8 (November), s.10-15, ISSN 0017-4653

Bruce D.A. & Jewell R.A. , Soil Nailing: Application and practice - part 2, Ground engineering, 1987, no. 1 (January), s.21-38, ISSN 0017-4653

Byggindustrin, Byggföretagens bokslutskommunikéer, 1994, 12/94, s.5

Cedermark Hans, Trafiken infrastruktur inom V-utbildningen på KTH, Väg- och vattenbyggaren, 1994, 2/94, s.31-34

Colombo Giorgio, P.I. , F.Peroni & Co. - Officine Meccaniche, Via Forze Armate, 310/5; 20152 Milano; Italy, haastattelu 7.4.1995.

Day, George S. , Strategic market planning, 3. painos, Minnesota, West publishing co., 1987 (1984), 237 s. , ISBN 0-314-77884-5.

Day, George S. , Analysis for strategic market decisions, Minnesota, West publishing co., 1986, ISBN 0-314-85227-1.

Eggestad Å. , Improvement of cohesive soils, Teoksessa: VIII European Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering (ECSMFE), Volume 1, Helsinki, Suomen geoteknillinen yhdistys, 1983, s.121-126



Foresight Products inc., Tuote-esite: Manta Ray - Engineered Earth Anchor Systems - How they work.

GTK (Geologian tutkimuskeskus), Suomen maaperä 1:1000000, Helsinki, GTK, 1984.

GTK (Geologian tutkimuskeskus), Turun-Salon seudun maaperä, Espoo, 1987

Hahtela Yrjänä & Kiiras Juhani, Talonrakennuksen kustannustieto 1989, Helsinki, 1989, 505 s. , ISSN 0784-3178

Hindersson Per, Bostadsbyggandet planar ut men räntenedgång nödvändig, Byggindustrin, 1994, 25/94, s.3, ISSN 1104-5981

Hindersson Per, Franska Bouygues ohotad etta bland Europas största byggföretag, Byggindustrin, 1995, 1/95, s.9

Hirsjärvi Sirkka & Hurme Helena, Teemahaastattelu, Tampere, 1980, 158 s. , ISBN 951-662-243-7

Häkkinen Auri, Suurimmat rakennusyhtiöt 1994, Rakennuslehti, 1995, no.14, s.6-7, ISSN 0033-9121.

INSKO (Insinöörien Koulutuskeskus), Julkaisu 23-86: Pohjarakennustyöt, Helsinki, 1986, 205 s. , ISSN 0357-3451, ISBN 951-794-430-6

Junnonen Juha-Matti & Kankainen Jouko, Maarakennusyritysten kehityspiirteet 1990-luvun alussa, Teknillinen korkeakoulu; Rakentamistalous, 1995

Kajamaa, Jaakko , Kilpailukyky - yrityksen tärkein ominaisuus, Jyväskylä, Gummerus, 1985, 118 s. , ISBN 951-26-2232-7.

Kaurila Matti, Insinööritö: Georakentamisen potentiaalit, Tampereen teknillinen oppilaitos; Rakennusosasto/ Viatek Oy, Espoo, 1990, 79 s.

Kotler, Philip , Marketing management - analysis, planning, implementation and control, 7.painos, New Jersey, Prentice-Hall inc. , 1991 (1967), 756 s. , ISBN 0-13-563479-2.

Kuntaliitto, Selvitys: Kuntien ja kuntayhtymien rakennusinvestoinnit, (ei julkaistu)

Lahti, Arto , Yrityksen kilpailustrategia, Espoo, Weilin & Göös, 1983, 191 s. , ISBN 951-35-2907-X.

Lahti, Arto , Strateginen yritysanalyysi, Espoo, Weilin & Göös, 1987a, 210 s. , ISBN 951-35-4387-0.

Lahti, Arto , Strateginen markkinointi, Helsinki, 1987b, 172 s., ISBN 951-99880-2-5.

Lahti, Arto , Kilpailu ja kilpailuetu - liiketoiminnan ikuiset peruskysymykset, Yritystalouslehti, 1989, no.6, s.52-61 , ISSN 0358-4208

Leppänen Mikko, Viatek-yhtiöt Oy, Pohjantie 3; 02100 Espoo, lausunto 24.4.1995

Liikenneministeriö; tekijä DI Pekka Iikkanen Viatek Oy, Itämeren alueen muuttuvat kuljetusmarkkinat, Helsinki, 1994, 82 s. , ISSN 0783-2680.

MANK (Maarakennusalan neuvottelukunta); tekijä toimeksiannosta VTT rakennustekniikka Tampere, Maa- ja vesirakennusalan suhdanteet Syksy 1994, Tampere, 1994, 20 s., ISSN 1237-0231

Mannermaa, Kari, Moniulotteinen markkinointi, Jyväskylä, Gummerus, 1993, 297 s. , ISBN 951-35-5487-2.

Mitchell J.K. & Katti R.K. , Soil improvement - State of the art report (Preliminary), Teoksessa: X International conference on soil mechanics and foundation engineering (ICSMFE), General reports, Stockholm 15.-19.6.1981, Stockholm, LiberTryck, 1981, s.261-317.

Moriarty, Rowland T. , Industrial buying behavior, 3. painos, Massachusetts, D.C. Heath & Company, 1986 (1982), 175 s. , ISBN 0-669-06212-X.

Möller Kristian, Markkinointiosaaminen, Yritystalouslehti, 1991, no.2, s.15-22 , ISSN 0358-4208

Näätänen Anu, Lisensiaatintyö: Pehmeikölle perustettavien tieleikkausten geotekniset laskelmat, Rakennus- ja maanmittaustekniikan osasto; Pohjarakennus ja maamekaniikka, Espoo, 1992

Perttilä, Heikki & Sätälä, Heikki , Rakentamistalous 2 - Rakennuttaminen, Jyväskylä, Gummerus, 1985, 102 s. , ISBN 951-676-177-1.

Porter, Michael E. , Strategia kilpailutilanteessa - Toimialojen ja kilpailijoiden analysointitekniikat, 3.painos, Helsinki, Oy Rastor Ab, 1993 (1984), 426 s. , ISBN 951-94-1539-4

Porter, Michael E. , Kilpailuetu - miten ylivoimainen osaaminen luodaan ja säilytetään, 2.painos, Espoo, Weilin & Göös, 1988 (1985), 648 s. , ISBN 951-35-3548-7.

Rakennus Oy Lemminkäinen, Laatutyön perusteet 1.0, Helsinki, 1992, 11 s.

Rakentaminen 2000 - Työryhmä, Rakennusalan kasvu käynnistyy - Alan kehitysnäkymät vuosina 1995-2000, Helsinki, 1995, 50 s.

Rantamäki Martti & Tammirinne Markku, Pohjarakennus, 5. painos, Otatieto Oy, 1990 (1979), 228 s. , ISBN 951-671-265-7

Rekonen Rita, Saven ominaisuuksien parantaminen massastabiloinnilla, diplomityö, Teknillinen korkeakoulu; Rakennus- ja maanmittaustekniikan osasto; Pohjarakennus ja maamekaniikka, Espoo, 1993, 74 s.

RIL (Suomen rakennusinsinöörien liitto), RIL 166: Pohjarakenteet, Helsinki, 1986, 597 s. , ISSN 0356-9403, ISBN 951-758-108-4.

RIL (Suomen rakennusinsinöörien liitto), RIL K125: Erikoispaalut rakentamisessa, Helsinki, 1990, 313 s. , ISSN 0781-5344, ISBN 951-758-240-4

Rinne, Heikki , Negaatiovalintamalli ja sen vaikutus investointihyödykkeen tuotekehitystyöhön, Tampereen teknillinen korkeakoulu julkaisu 59, Tampere, 1989, 96 s. , ISBN 951-721-369-7.

RTK (Rakennusteollisuuden keskusliitto), Rakentamisen suhdanteet 1995:1, 1995, 51 s. , ISSN 0359-1107

RTK (Rakennusteollisuuden keskusliitto), Rakentaminen yhteiskunnassa 1994, 1994a, 37 kuviota.

RTK (Rakennusteollisuuden keskusliitto), Rakentamisen suhdanteet 1994:1, 1994b, 48 s. , ISSN 0350-1107

SGY (Suomen geoteknillinen yhdistys), LPO-87 Lyöntipaalutusohjeet, 3. korjattu painos, Vaasa, SGY r.y. ja Rakentajain kustannus Oy, 1991, 135 s. , ISBN 951-676-393-6

SKOL (Suomen konsulttitoimistojen liitto), Laskutustilasto 1993, 1994a, 18 s.

SKOL (Suomen konsulttitoimistojen liitto), Jäsenluettelo 1994, 1994b, 222 s. , ISSN 0782-4688

Statistiska Centralbyrån, Statistiska meddelanden - Bostadsbyggandet: Nybyggnad och modernisering 1a - 4e kvartalet 1994, Stockholm, 1995, 11 s. , ISSN 0085-6991

Statistiska Centralbyrån, AMS rapport om byggkonjunkturen 1995-1996 för optimistisk, Teoksessa: Byggindex 12/94, Stockholm, 1994, s.7, ISSN 0283-3735

Stocker M.F. , 40 years of micropiling, 20 years of soil nailing where do we stand today ?, Teoksessa: XIII International conference on soil mechanics and foundation engineering (ICSMFE), Vol 5, New Delhi 5.-10.1.1994, New Delhi, Oxford & IBH Publishing Co. PVT. Ltd. , 1994, s.167-168, ISBN 81-204-0854-3.

Terramare Oy, Yritysesite: Pohjarakennus, 18 s.

Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 23/1993 : Pohjanvahvistusmenetelmän valinta, Tielaitos, Geokeskus, Helsinki, 1993, 18 s., ISSN 0788-3722, ISBN 951-47-6997-X, TIEL 3200149



TK (Tilastokeskus), Kansantalouden tilinpito 1988-1993, 1994a, Kansantalous 1994:16

TK (Tilastokeskus), Maarakennusyritysten tilinpäätöstilasto, 1994b, Yritykset 1994:10

Turunen, Henri , Tuo-22.115 Markkinointi - opetusmoniste TKK, 1994, 112 s.

Valli Matti, Puolimatka laajeni MVR-rakentamiseen, Rakennuslehti, 1995, no.15, s.12, ISSN 0033-9121.

Viatek-yhtiöt Oy / Geovahviste-neuvottelukunta, Selvitys: Geovahvisteiden käyttömäärät Suomessa, 8 s.

Viatek-yhtiöt Oy, Syvästabiloidut tyyppirakenneratkaisut (TPPT 332.40); Työraportti-1, 1995, 47 s.

Viatek-yhtiöt Oy / Lohja Rudus, Syvästabilointimäärät Suomessa - selvitys

Viitala, Jouko , Suihkupaalut pohjarakentamisessa, diplomityö, Teknillinen korkeakoulu; Rakennus- ja maanmittaustekniikan osasto; Pohjarakennus ja maamekaniikka, Espoo, 1993, 89 s.

Väg- och Vattenbyggaren, Några miljöeffekter av Dennisöverenskommelsen, Väg- och vattenbyggaren, 1994, 4/94, s.36-40

Webster, Frederick E., Jr. & Wind, Yoram , Organizational buying behavior, New Jersey, Prentice-Hall Inc. , 1972 , 132 s. , ISBN 0-13-640953-9.

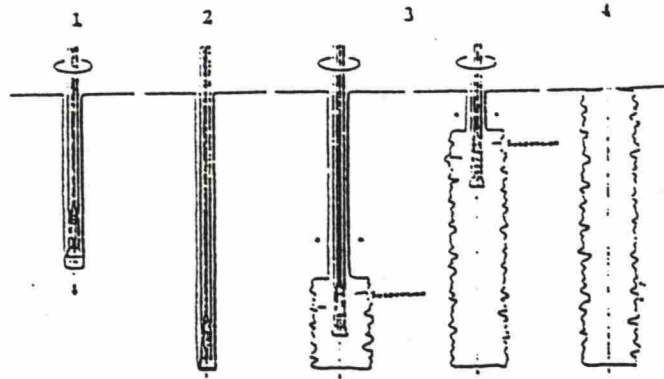
Webster Frederick E. , Industrial marketing strategy, New York, John Wiley & Sons Inc. , 1979, 279 s.

Welsh, Joseph P. & Burke, George K., Jet Grouting - Uses for soil improvement, Teoksessa: McLean, Campbell & Harris (toim.), Geotechnical Engineering Congress 1991 (GEC), Volume I, Boulder-Colorado 10.-12.6.1991, New York, ASCE, 1991, s.334-345, ISBN 0-87262-806-X.

YIT-Yhtymä Oy, Patenttihakemus n:o 925622: Menetelmä ja väline maan lujittamiseksi, 1992, 26 s.

## SUIHKUPAALUTUS (Jet Grouting)

Menetelmä: Maahan porattuun reikään suihkutetaan kovalla paineella 30-60 MPa vettä/ilmaa/sementtiä, jolloin muodostuu maa-sementti-paalu.

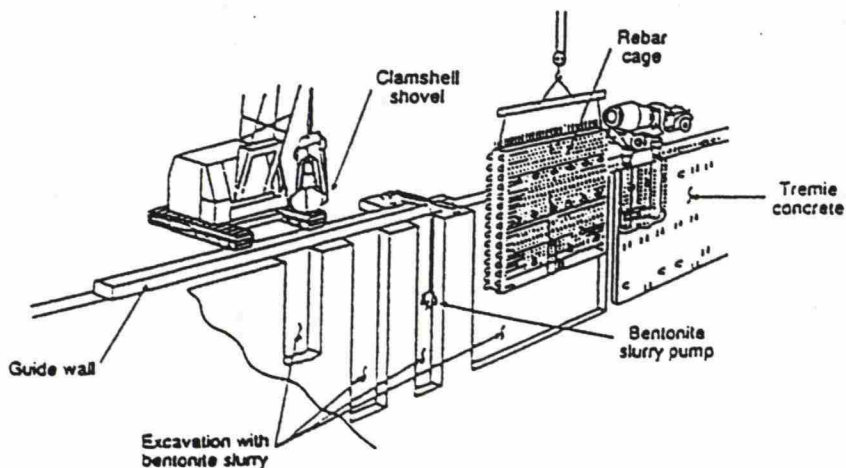


Kuva 1. Suihkupaalutuksen vaiheet: 1 poraus, 2 poraus määräsyyvyteen, 3 suihkutus nostaen ja 4 lopetus määräsyyvyteen [3].

## KAIVANTOSEINÄ (Diaphragm wall, Slurry wall)

Menetelmä: Lietteen (slurry) tukemassa seinämäisessä kaivannossa kaivetaan kahmarilla (vanha) tai pyörivällä kaivinlaitteella ja pumpataan irtomaata ylös (uusi). Syntyneeseen "seinäkoloon" asetetaan raudoite ja betonoidaan vedenalaisena betonointina. Siirrytään seuraavaan seinän osaan jne.

FIG. 2. SLURRY-WALL CONSTRUCTION

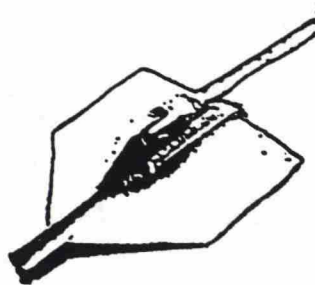


## MANTA-RAY - MAA-ANKKURI

Menetelmä: Kolmion muotoinen levy ankkurin päässä kääntyy vastustamaan vetoa jännitettäessä.

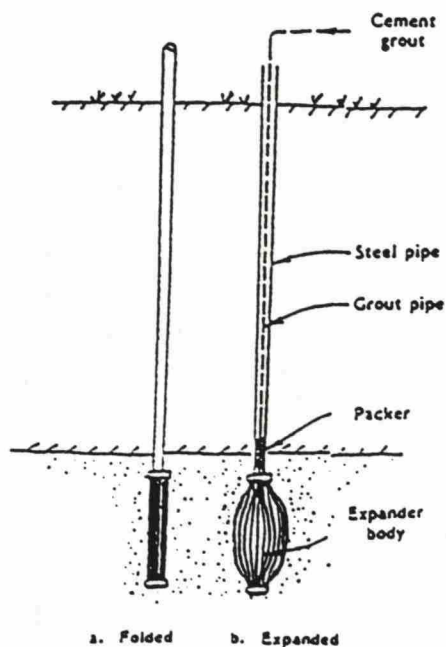
## MANTA RAY<sup>®</sup>

ENGINEERED EARTH ANCHOR SYSTEMS



## EXPANDER BODY - PAALU JA MAA-ANKKURI

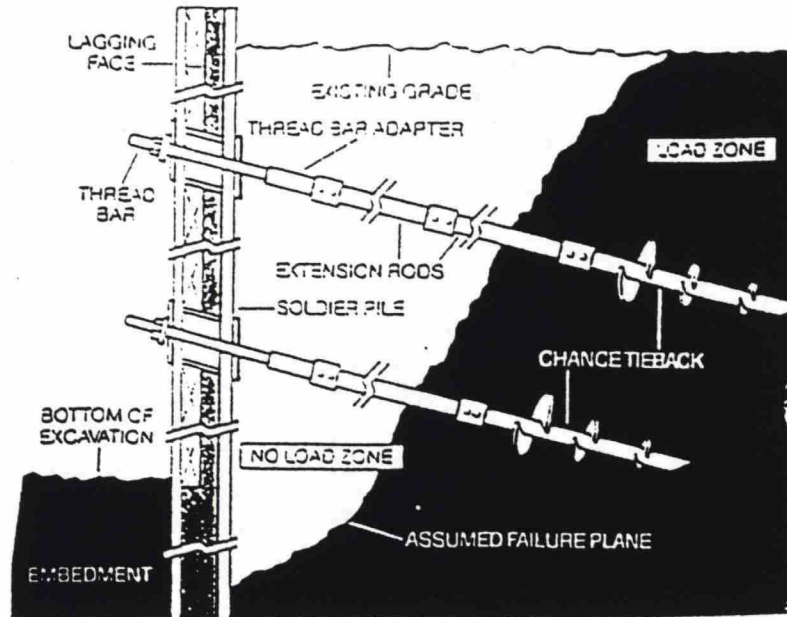
Menetelmä: Ohuen teräsputken päässä oleva "terässäkki" täytetään betonilla tai jollakin muulla injektointiaineella, jolloin muodostuu kantavuudeltaan parantunut paaluperustus tai vetoa enemmän kestävä maa-ankkuri.





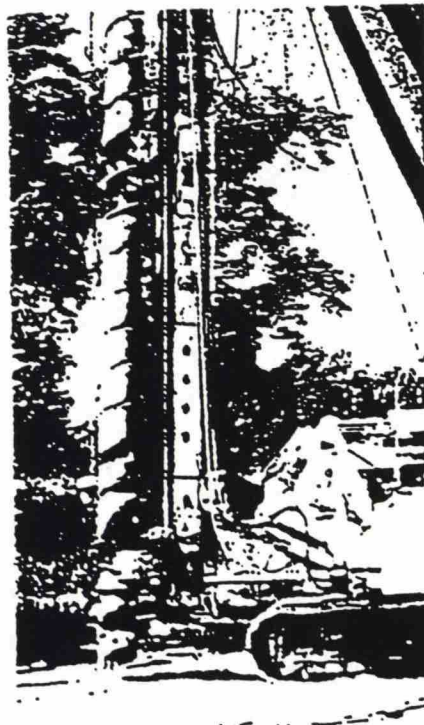
## HELICAL ANCHOR SYSTEM - MAA-ANKKURI

Menetelmä: Maahan porattava ankkuri, jonka varressa laippoja ottamassa vetoa.



## CFA-PAALU (CONTINUOUS FLIGHT AUGER)

Menetelmä: Maaporalla porataan maata. Maata ylösvedettäessä pumpataan betonia aukkoon maaporan keskellä olevasta putkesta. Valmiin paalun yläosaan asetetaan rauditus. Rauditus voidaan asentaa myös täryttämällä, jolloin se saadaan tunkeutumaan syvemmälle.



## ENERGIATUHKAN KÄYTTÖ POHJARAKENTAMISESSA

Menetelmä: Energian ja lämmön tuottamisessa sekä jätteiden polttamisessa kivihiiltä ja erilaisia jätteitä polttamalla syntyy tuhkaa, jonka käyttöä pohjarakennusmateriaalina on tutkittu eri puolilla maailmaa.

Fig 1. Utbyggnad av E4 vid Norrköping med kalbottenaska



## ELEKTRO-OSMOOSI

Menetelmä: Sähkövirta (anodi-katodi) kuljettaa vettä/saasteita pois maasta.

Elektro-osmoosi-menetelmä perustuu maaperän läpi johdettavan sähkövirran kykyyn kuljettaa maaperässä sähköisesti varautuneita vesihiukkasia. Menetelmän sovelluksessa upotetaan maahan teräselektrodeja, joiden välille synnytetään maaperän läpi kulkeva tasavirta. Tällöin positiivisesti varautuneet vesihiukkaset kulkeutuvat maaperässä kohti katodia, joka sijoitetaan putkikaivoon. Näin hienorakeisen maan huokosvettä kertyy putkikaivoon poispumpattavaksi ja samalla maapohja konsolidoituu. Elektro-osmoosia on kokeiltu ja käytetty jonkin verran ulkomailla. Menetelmä on kuitenkin osoittautunut kalliiksi etenkin suuren sähköenergiakulutuksen vuoksi ja siksi menetelmän käyttö on ollut vähäistä.

EXPANDED POLYSTYRENE

Menetelmä: Polystyreeni kevyenä, mutta vahvana materiaalina voi korvata normaaleja täyttömateriaaleja.

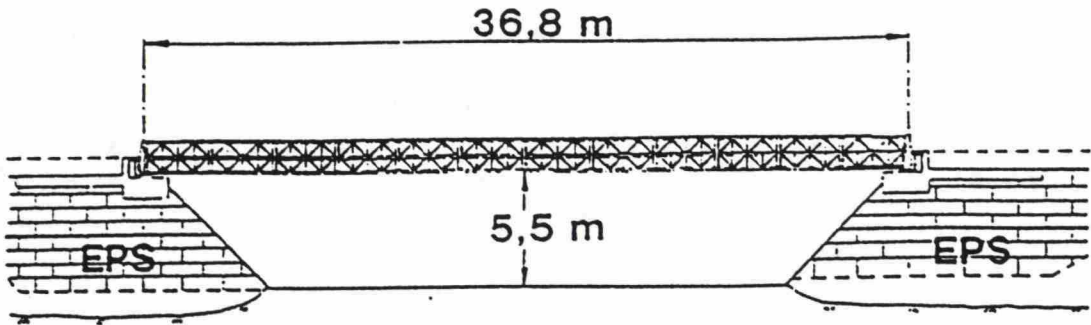


Fig. 4. Longitudinal section of bridge at Løkkeberg

MIKROPAALUT / JUURIPAALUT

Menetelmä: Pienidimensioiset (90-300 mm) paalut, jotka asennetaan joko lyömällä, poraamalla tai täryttämällä. Erilaisia periaatteita.

	GROUTED PILE	POST-GROUTED PILE	DRIVEN, VIBRATED STEEL PILE	EXPANDER PILE	STEEL CORE PILE
FORM OF PILES USED TODAY					
FIRST APPLICATION	1952	1970 - 1975	1970 1982	1983	1982 (?)
PILE DIAMETER [mm]	89 - 280	114 - 280	76 118 275 170	114 - 168 folded: 50/80/110 expanded: 300/500/800	168
REINFORCEMENT [mm]	16, 20, 25 GEWI 28, 32, 36 40, 50, 3 x 40/50	70/89-157/178 16,20,25 GEWI 32, 40, 50 3 x 40/50	68,76 95/118 275 148/170	Tubes 89/101 98/118 120/140 and similar	95
STEEL GRADE Nofu (MPa)	420,500 500/550 835,1030	580-650 420-500 500/550 835/1030	420,500 340/450 270/410 duct iron		270,530
POST-GROUTING DEVICE	—	Tube & manchettes + packer Post-grouting tubes	—	Inflation of bulb with cement grout	—
ALLOWABLE WORKING LOADS IN COMPRESSION [kN]	up to 1100 1680	up to 1100 1680	170 450 100 900 150	140 - 900	1100
USUAL INSTALLATION	rotary flush drilling, withdrawing of casings with air- or grout pressure	rotary flush drilling	driving or vibrating with or without simultaneous grouting at the tip	driving or vibrating steel pile with expander body folded	driving down to rock with casing, inserting steel core, driving steel core into rock, grouting of casing

Table 1: Classification of Micropiles with the most common types of piles.



## MULTI UNDER-REAMED PILES

Menetelmä: Maahan porataan Auger-kairalla reikä vaiheeseen 1, asennetaan väljennin, porataan vaiheeseen 2, asennetaan väljennin... Asennetaan rauditus ja betonoidaan paalu.

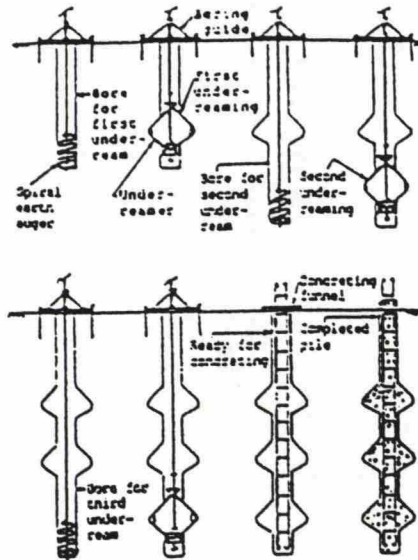


FIG. 2 Stages in construction of multi under-reamed piles

## SHELL FOUNDATIONS

Menetelmä: "Kattotuolin" kaltainen perustus. Maanvarainen perustus. Joko paikallavalu tai elementti.

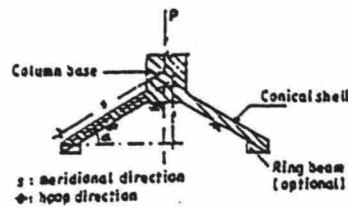


Fig. 1. Conical shell foundation

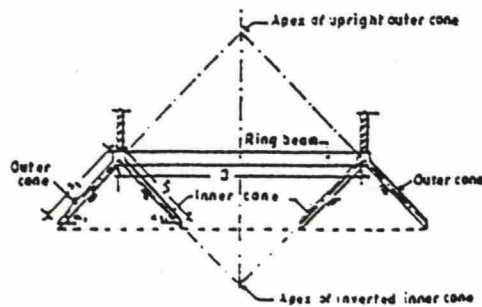
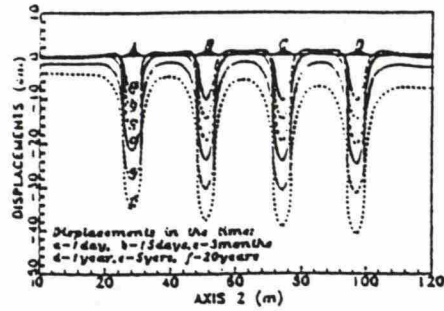


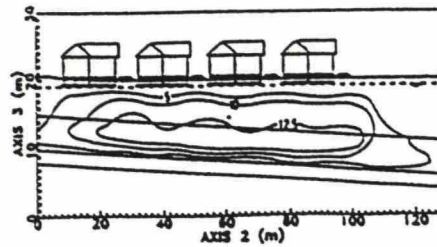
Fig. 2. Double cone folded shell foundation

## “BLIND” FOUNDATION

Menetelmä: “Sarana”-liitoksella toisiinsa sidotut laatat jakavat kuorman tavallista suuremmalle alueelle.

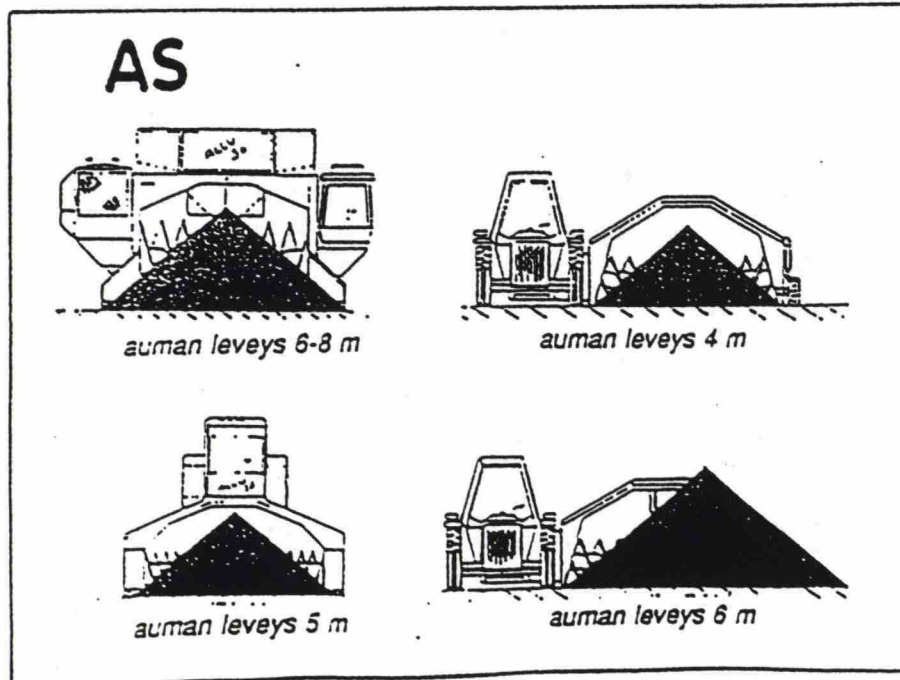


(b)



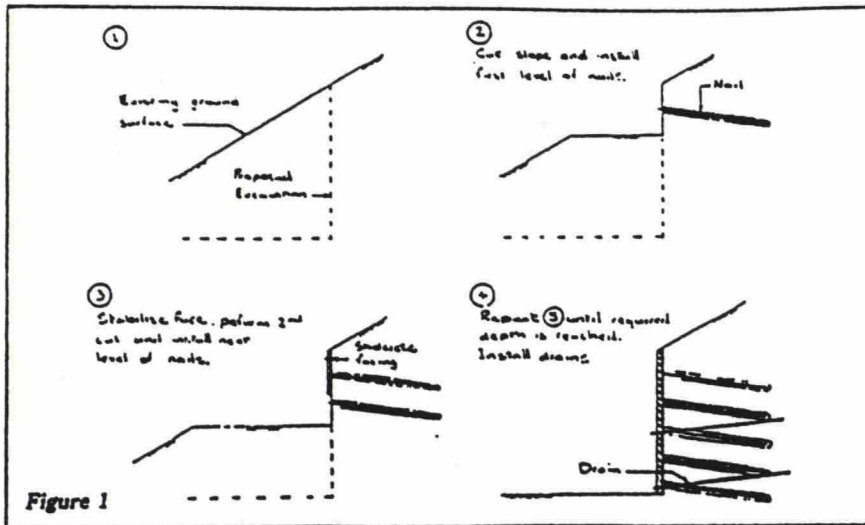
## MASSASTABILOINTI

Menetelmä: Kaivumassojen, yleensä saven, ominaisuuksia voidaan parantaa sekoittamalla jotakin sideainetta.



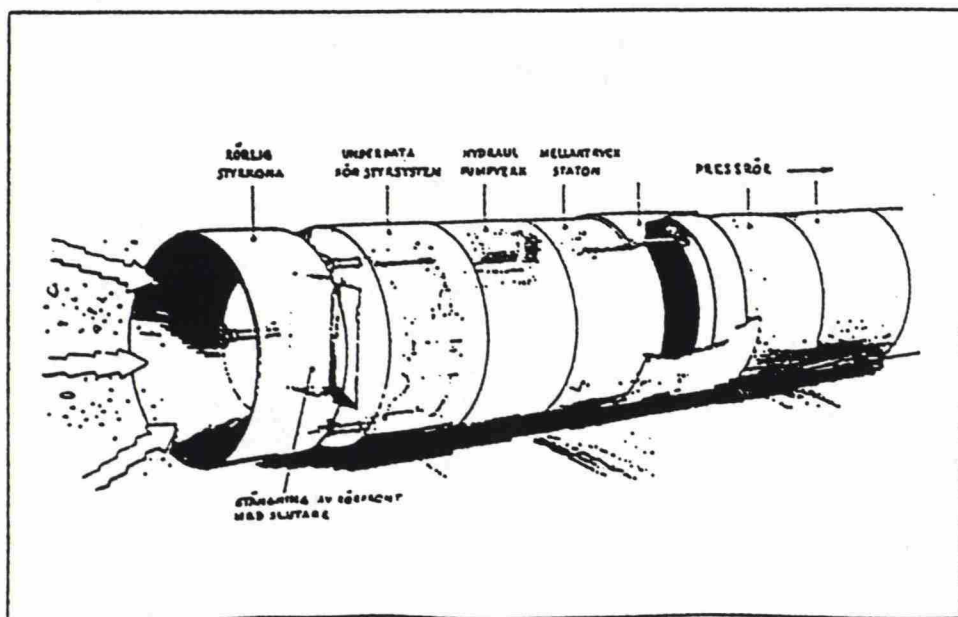
## MAAN NAULAUS (SOIL NAILING)

Menetelmä: 20...30 mm suuruiset terästangot injektoidaan maahan tehtyyn reikään. Kaivanto tehdään vaiheittain kaivamalla. Lujitteiden (naulojen) asentamisen jälkeen tehdään tukirakenteeksi verkkoraudoitettu ruiskubetoniseinä.



## PUTKI- JA TUNNELIALITUKSET, MICROTUNNELING

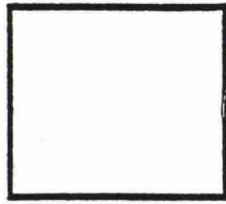
Menetelmä: Lyömällä tai hydraulisesti puristamalla voidaan asentaa putkia tai jopa tunneleita esim. teiden/rautateiden alitse. Microtunneling tekniikassa käytetään lietettä ja laserohjattua paalujen lyöntiä.





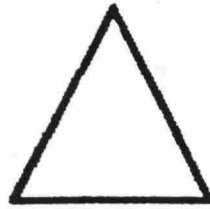
## EUROPILE 500 - koheesiopaalu

Menetelmä: Kolmionmuotoinen koheesiopaalu



Neliön sivu 300 mm

Ala  $900 \text{ cm}^2$   
Piiri 1200 mm

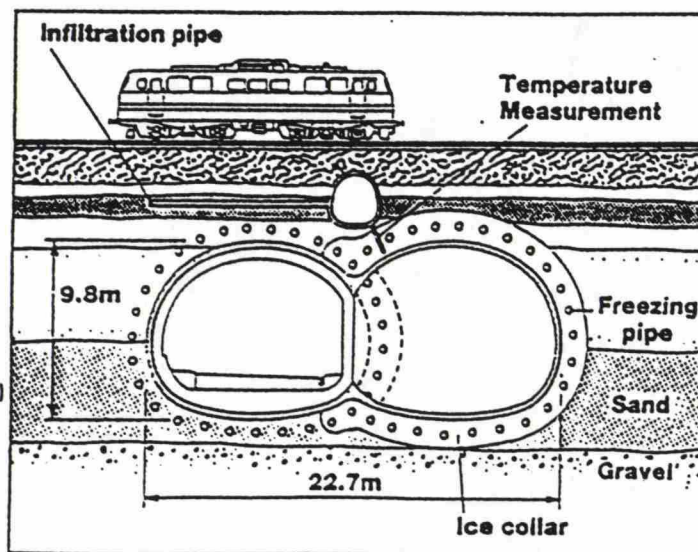


Kolmion sivu 400 mm

Ala  $693 \text{ cm}^2$  77 %  
Piiri 1200 mm 100 %

## MAAN JÄÄDYTYS

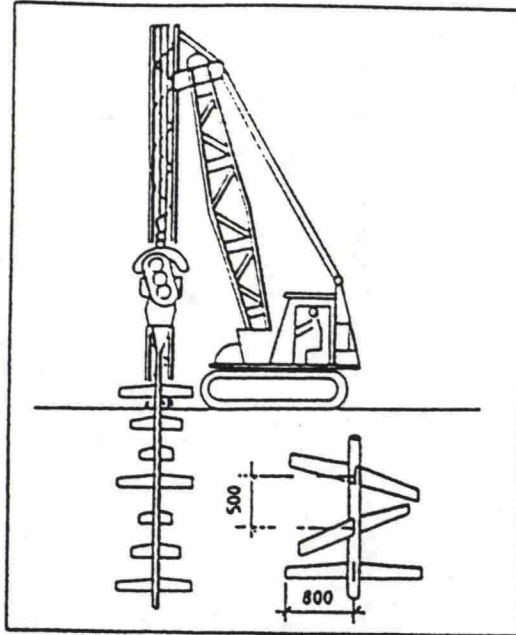
Menetelmä: Vedellä kyllästetty maa voidaan jäädättää esim. nestemäiselle typellä. Käyttö esimerkiksi kaivantojen tukemiseen ja tiivistämiseen.



*The tunnels pass just a few metres below Germany's main north-south rail route.*

## TÄRYTYSTIIVISTYS (täryhuuhtelu)

Menetelmä: Erilaisilla sondeilla täryttämällä syvätiivistetään maata. Eri frekvensseillä tärytystulos on erilainen.



31. Vibrowing-menetelmän laitteisto [21].

## CONCRETE VIBRATION PILE

Menetelmä: Täryttämällä maahan asennetun suojaputken keskellä olevan betonointiputken läpi johdetaan maahan betonia, jolloin muodostuu raudoittamaton betonipaalu.

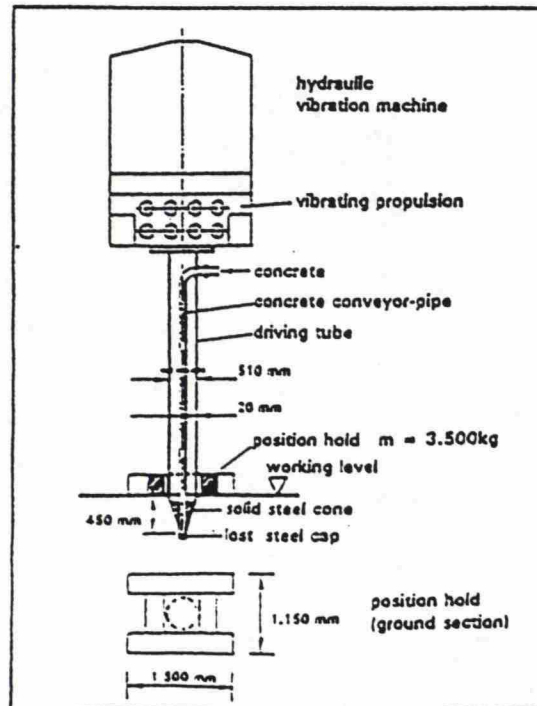


Figure 1. Vibratory Equipment for Fabrication of Concrete Vibration Piles (Preussag System)

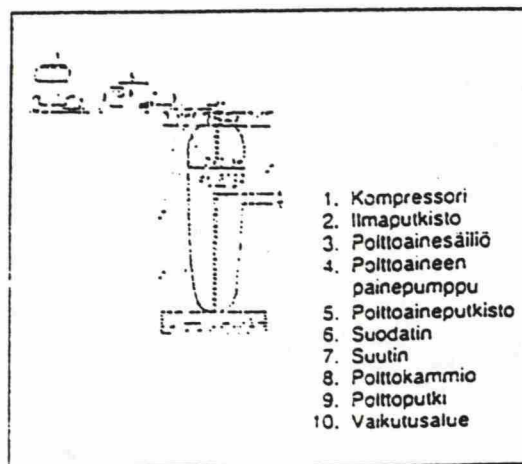
## SOIL MIXING & DEEP MIXING METHOD

Menetelmä: Suurella maakairalla sekoitetaan eri sideaineita maahan. Sideaine on useimmiten sementtiä.



## MAAN POLTTO

Menetelmä: Koheesiomaakerroksia voidaan vahvistaa kuivattamalla maapohja korkeassa lämpötilassa. Maahan asennetuissa putkissa poltetaan polttonesteen ja paineilman seosta. ( GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY: " Sähkökäyttöinen (100 kW) plasmasoihku, jonka NASA kehitti 1960-luvulla, voi lisätä saven lujuuden jopa 270 kertaiseksi ja jäykkyyden 4000 kertaiseksi..... Savi sulaa ja jähmettyy uudelleen kivenomaiseksi materiaaliksi " )

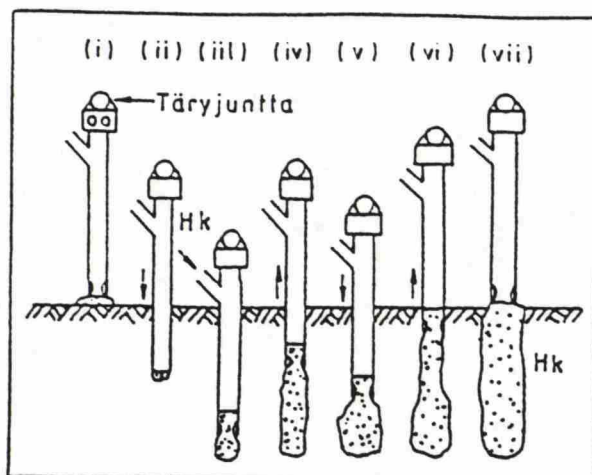


91. Periaatekuva maapohjan polttamiseen käytettävästä laitteistosta [5].



## VIBRO-COMPOZER / SAND COMPACTION PILE (SCP)

Menetelmä: Suojaputki täytetään haluttuun syvyyteen ja syötetään putkeen hiekkaa. Putkea tärytetään ja painetaan alaspäin hiekan tiivistämiseksi ja tiivistyspaalun halkaisijan kasvattamiseksi. Menettelyä jatketaan, kunnes saavutetaan maanpinta.



34. Vibro-compozer -menetelmän työskentelyperiaate [11].

## SOIL-CEMENT MIXED WALL

Menetelmä: Moniakselisella (2-5) Auger-kairalla ja sekoittimella muodostetaan limittäisiä maa-sementti -paaluja. Näitä limittäisiä paaluja yhdistelemällä syntyy seinä.

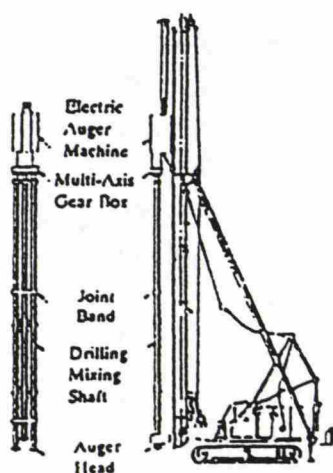


Figure 1: Soil-cement Mixed wall Machine

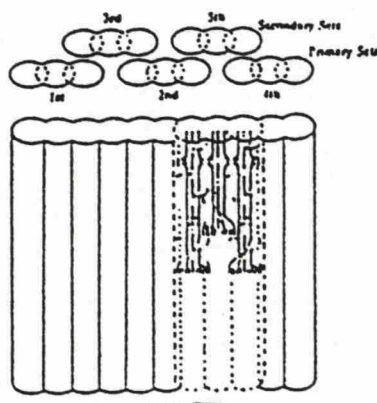


Figure 2: Soil-cement Mixed Wall Installation Procedure

## RÄJÄYTYSTIIVISTYS

Menetelmä: Maahan asennettuihin putkiin asennetaan räjähteet, täytetään reiät ja räjäytetään. Räjähteinä dynamiittia, TNT:tä ja ammoniittia

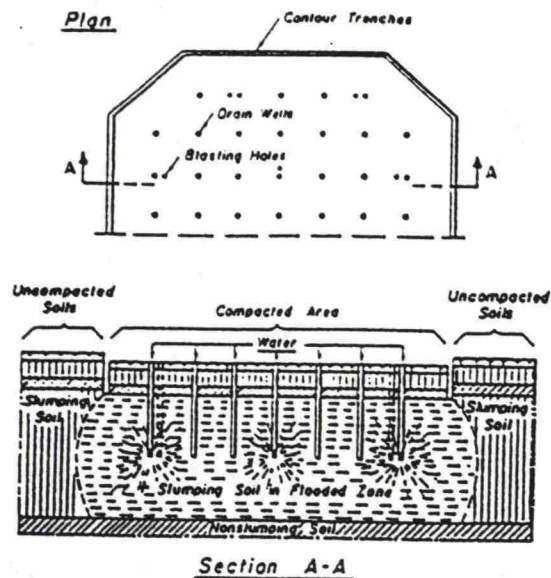


Fig. 2 Loess Compaction by Hydro-Blasting

## PREFABRICATED SAND FILTER DRAINS

Menetelmä: Pystyjoja, jossa kahden PVC putken välissä oleva hiekkakerros suodattaa hienoaaineksen.

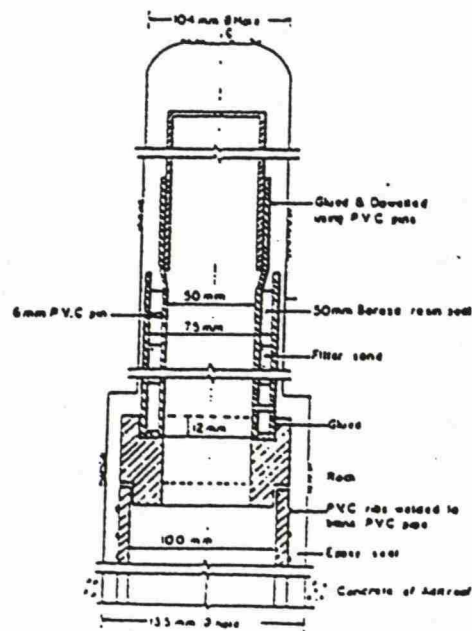
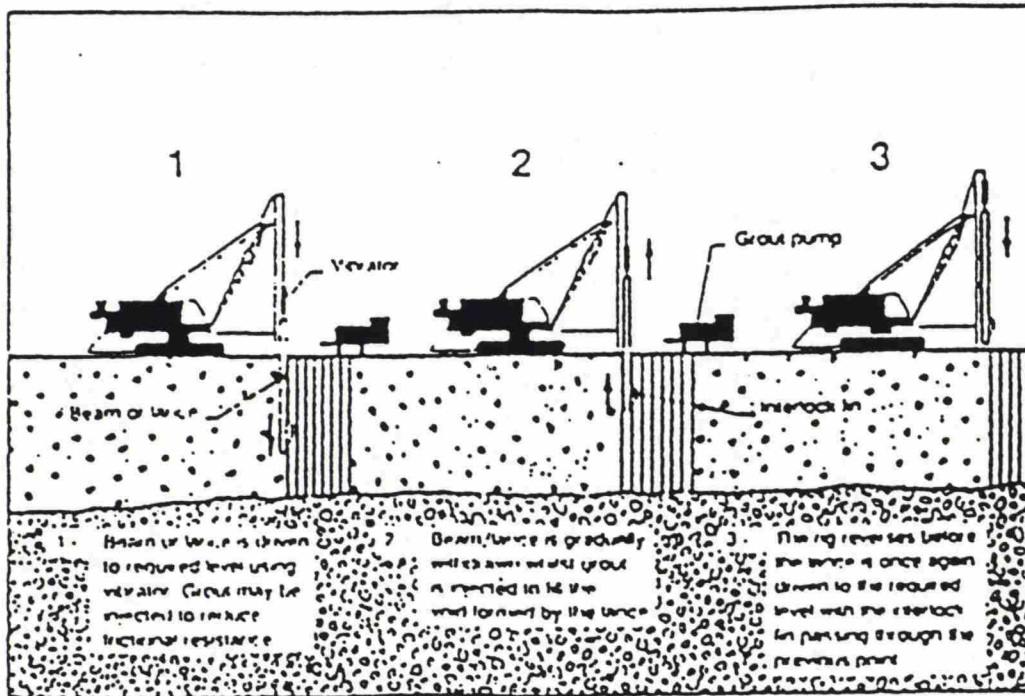


Fig. 3 Sandwich Filter Drain Detail

## TÄRYTETTY SEINÄ - VIBWALL

Menetelmä: H-muotoinen tärysondi tärytetään maahan ja poisvedettäessä injektoidaan paineella, jolloin muodostuu H-muotoinen paalu. Viereen tehdään uusi vastaava paalu, jolloin muodostuu seinämä.



*Vibwall thin diaphragm installation.*



Kohde	Maa	Vuosi	Kohteen koko (m <sup>2</sup> )	Maalaji	Luisan kaltevuus (°)	Luisan suurin korkeus (m)	Naulojen suurin pituus (m)	Nauloja /m <sup>2</sup> (kpl)	Leikkauksen korkeus (m)	Pintarakenteen paksuus (mm)
<b>Poratut ja juotetut naulat</b>										
VERSAILLES-CHANTIER, Rautatien luiska	Ranska	1972	12600	Sement. hiekka	70	21.6	6.0	2.0	1.4	80
GOOD SAMARIAN HOSPITAL, Perustusten kaivu	USA	1976	2140	Siltinen hieno hiekka	90	11.3	8.5	0.4	1.5	100
MUR DE FERRIERES-SUR-ARIEGE, Luiska	Ranska	1982		Rapautunut liuske	90	16.5	9.0	0.5	2.0	100
PPG BUILDING, Perustusten kaivu	USA	1982		SiHkSr	90	9.1	7.0	0.7	1.2	200
CUMBERLAND GAP, Luiska	USA	1985	900	Rapautunut savi- ja siltti-kivi	75	12.3	9.0	0.4	1.5	150
<b>Lyödyt naulat</b>										
LES INVALIDES METRO, Metron kaivanto	Ranska	1974	1000	Täyte, liete, hiekka	90	12.0	6.0	2.0	1.4	
PARKING BOULEVARD VICTOR, Kaivanto	Ranska	1978	12000	Täyte, hiekka, savi	90	11.0	6.0	2.0		
AUTOROUTE A86, Luiska	Ranska	1980	900	Hieno hiekka	90	11.6	7.0	2.0	1.4	50-100
PARKING DE MAISONS LAFITTE, Kaivanto	Ranska	1981	2500	Hiekka, merkki	90	12.0	6.0	2.0		250

Rakeisissa maissa maan naulaus - tekniikalla toteutettuja kohteita (Lähde: Bruce & Jewell, Soil nailing: Application and Practice - part 2, Ground engineering 1/87, s.22-23)

Kohde	Maa	Vuosi	Kohteen koko (m <sup>2</sup> )	Maalaji	Luiskan kaltevuus (°)	Luiskan suurin korkeus (m)	Naulojen suurin pituus (m)	Nauloja /m <sup>2</sup> (kpl)	Leikkauksen korkeus (m)	Pintarakenteen paksuus (mm)
Poratut ja juotetut naulat										
LA CLUSAZ, Jyrkkä kaivanto	Ranska	1980	1000	Tiivis moreeni	80	14.0	11.0	0.17	2.0	150
DRAGUIGNAN, Jyrkkä kaivanto	Ranska	1981	750	Kerrostunut merkeli ja kalkkikivi	80	11.0	11.0	0.17	2.0	Metallinen pintarakenne
GRAND PARC DE CIMIEZ, Jyrkkä kaivanto	Ranska	1981	400	Hiekkainen merkeli	80	11.0	8.0	0.2	2.0	100-200
Luiskan lujitus	L-Saksa			Merkeli	80	16.0	8.0			
ELYSIAN PALACE, pysyvä kaivanto	USA	1985	170	Siltinen savi	90	8.2	4.1 (keskim.)	0.4	1.5	150
Lyödyt naulat										
PARAVALANCHE DE CHAMONIX, pysyvä kaivanto	Ranska	1983	1500	Tiivis lohkarainen moreeni	80	8.0	8.0	1.5	1.2	

Ylikonsolidoituneissa maissa maan nalaus - tekniikalla toteutettuja kohteita (Lähde: Bruce & Jewell, Soil nailing: Application and Practice - part 2, Ground engineering 1/87, s.22-23)

Kohde	Maa	Vuosi	Kohteen koko (m <sup>2</sup> )	Maalaji	Luiskan kaltevuus (°)	Luiskan suurin korkeus (m)	Naulojen suurin pituus (m)	Nauloja /m <sup>2</sup> (kpl)	Leikkauksen korkeus (m)	Pintarakenteen paksuus (mm)
Poratut ja juotetut naulat										
FREJUS WALL, roudan hajottama lujitettu luiska	Ranska	1981	60	Tiivis rakeinen täyttö	90	6.0	5.0	0.44		
COURS D'HERBOUVILLE, korkean rinteen sortuma	Ranska	1982		Siltinen ja lohkareinen savi	75	10.0	10.0	0.13	2.5	150
DENHOLME CLOUGH, sortuvan seinämän korjaus	Iso- Britannia	1985	360	Rapautunut hiekkakivi	80	3.0	5.0	.44		50

Korjauskohteissa maan naulaus - tekniikalla toteutettuja kohteita (Lähde: Bruce & Jewell, Soil nailing: Application and Practice - part 2, Ground engineering 1/87, s.22-23)



Kohde	Maa	Vuosi	Kohteen koko (jm)	Maalaji	Suihku-paalun funktio	Paalun halkaisija (mm)	Paalujen pituus (m)	Suihkutus-paine (bar)	Käytetty menetelmä	Urakoitsija
Vilhonkatu 4, Helsinki	Suomi	1992	n. 1750	siHk	Perustusten vahvistus, patoseinä	800	3-4	400-600	1 faasi	Eurosond GmbH
Antilooppikortteli, Helsinki	Suomi	1992, 1995	-	Si, Hk, Sa, SiHk	Perustusten vahvistus, patoseinä, kaivinpaaluseinän tiivistys	650	5-6	400-600	1 faasi	Eurosond GmbH
Neubrandenburg, Goottilainen kirkko	Saksa	1992	-	-	Perustusten vahvistaminen, pohjalaatan rakentaminen	1300	-	400	2 faasia, 3 faasia	Keller Grunbau
Glasgow - Kingston bridge	Iso-Britannia	1991	-	Si	Laiturin pohjan vahvistaminen	1200	12-13	400	3 faasia	Keller Concrete
Pergau hydropower project	Malesia	1992	-	Hk, SiSa	Padon maatuen patoseinä	900-1500	n. 20	400	3 faasia	Keller Malaysia
26 kerroksinen kerrostalo.	Malesia	1984	-	Kalkki-kivi	Kaivinpaalujen ympärillä vaippavastuksen lisäämiseksi.	400	-	250-320	2 faasia	-
Thika Dam	Kenia	1993	-	Laava-kiveä	Maapadon alla patoseinä	1000-1500	≤ 35	-	3 faasia	Bachy
Islais Creek, San Francisco	USA	1994	-	lieju	Maatunnelien vahvistaminen	750, 1800	-	-	1 faasi, 2 faasia	Nicholson - Rodio
Power plant, Porto Telle	Italia	1982	5542	SiHk	Patoseinä	600	≤ 13	300	1 faasi	-
Cantieri di Ghemme	Italia	1986	140000	Mr	Tunnelin vahvistaminen, horisontaalisuihkutus ym.	800	15	-	-	Pacchiosi
La Defense	Ranska	1983-1984	-	-	Pilvenpiirtäjän perustukset maanalaisen autotallin alle	700-900	20	300-400	-	Pacchiosi

Suihkupaalutus - tekniikalla toteutettuja kohteita

TIELAITOKSEN RAKENNUSSUUNNITELMAT- KEHITTÄMINEN PIIREITTÄIN 1996-> JA SUURET KESKENERÄISET HANKKEET					
Kohde	Tie	Kust.arvio	Rak.aloitus	Liik.luovutus	Sijoittuu osin savikolle
<b>UUDENMAAN TIEPIIRI</b>					
Suurlohjankatu-Muljala	KT 53	162.0milj.	1997	1999	
Nummelan eritaso ja liikenneturv.järj.	VT 2	39.0milj.	1997	1998	
Koskenkylä- KPR liikurv.kärj. / parantaminen	VT 6	115.0milj.	1997	1999	*
Järvenpää-Hyvinkää I rak.vaihe		14.8milj.	1996	1997	
Helsinki-Tampere radan tiejärjestelyt	MT 142	110.5milj.	1995	1999	*
Karjaan läntinen ohitus	MT 1014	30.7milj.	1996	1997	
Porvoon itäinen ohitus	MT 155	45.8milj.	1996	1998	
Lempola-Lieviö MO	VT 1	302.0milj.	1996	1999	
Kehä II (väl.KT 51-VT3 I rak.v.)	VT 1	307.0milj.	1995	1999	*
Lentoasemantie	MT 1385	185.0milj.	1997	2000	
Kehä I parantaminen I rak.vaihe	MT 101	80.0milj.	1996	1998	
Kehä I / MT 137 eritasoliit.par.	MT 101	148.0milj.	1995	1997	
Koskenkylä-Loviisa MOL-tie	VT 7	84.0milj.	1995	1997	*
Kirkkonummi-Kivenlahti MO	KT 51	297.0milj.	1996	1999	*
Vantaankoski-Tikkurila I vaihe	KT 50	557.0milj.	1996	2000	*
Järvenpää-Lahti MO	VT 4	572.0milj.	1995	2001	*
Bemböle-Vanhakartano	KT 50	69.0milj.	1993	1996	
Matinkylä-Helsinki	KT 51	146.0milj.	1990	1997	
PIIRI YHTEENSÄ		3264.8milj.			
<b>TURUN TIEPIIRI</b>					
Raisio-Marjamäki	VT 8	76.0milj.	1995	1997	*
Muurla-Paimio	VT 1	1060.0milj.	1997	2000	*
Nauvo-Parainen	MT 180	175.0milj.	1996	1997	
Maskun kohta	VT 8	55.0milj.	1997	1999	*
Hyvelä-Söörmarkku	VT 8	135.0milj.	1996	1998	
Vammalan ohikulkutie	MT 249	86.0milj.	1998	2000	*
Rantaradan tiejärjestelyt	MT 224	30.5milj.	1993	1995	*
Raisiolahdi-Kausela ja lent.a.	KT 40	6.0milj.	1989	1995	*
Paimio-Turku MO	VT 1	423.0milj.	1990	1997	*
PIIRI YHTEENSÄ		2046.5milj.			
<b>HÄMEEN TIEPIIRI</b>					
Hämeenlinna-Tampere	VT 3	1065.0milj.	1994		*
Lakalaiva-Kalkku	KT 45	430.0milj.	1995		*
Uudenmaan piirin raja - Joutjärvi MO-tieksi	VT 4	160.0milj.	1996		
Soppeenmäki-Kyrönlahti	MT 330	71.0milj.	1997		*
Käkisalmen silta	MT 314	15.0milj.	1997		
Lakalaiva-Alasjärvi	VT 9	7.0milj.		1995	*
Nastola-Uusikylä	VT 12	37.5milj.		1995	
Tampere-Hämeenkyrö	VT 3	90.0milj.		1996	*
Helsinki-Tampere -radan tiejärj.	MT 286	25.0milj.		1997	*
PIIRI YHTEENSÄ		1900.5milj.			
<b>PIIRIT YHTEENSÄ</b>					
		7211.8milj.			

GEOTEKNIKAN KONSULTIT			
Nimi	Laskutus 1993 (Milj.mk)	Yhteyshenkilö	Vastaus
SUUNNITTELUKESKUS	97.0	Jorma Jokinen	*
MAA JA VESI	90.0	<u>Hannu Koponen</u> , Seppo Suhonen	*
VIATEK-YHTIÖT	74.0	Eero Timonen, <u>Mikko Leppänen</u>	*
SUOMALAINEN INS.TSTO	28.7	Kimmo Fischer	*
VESI-HYDRO	28.0	Pentti Malk	*
AIR-IX	22.0	Arto Hievanen, <u>Jarkko Roine</u>	*
YS-YHTIÖT	19.5	<u>Olli Arkima</u> , Pauli Vepsäläinen	
KOHONEN (GEOTEK)	18.0	<u>Kalevi Hytti</u> , Reino Mäkinen	
RISTOLA	15.5	Paavo Ristola, <u>Ari Simonen</u>	*
TAMPEREEN VIATEK	9.0	Hannu Kaleva	
GEOTESTI	7.3	Markku Valtonen	
GEOSTO	5.8	Lasse Eerola	
GEOINSINÖÖRIT	5.2	<u>Tapani Korpinen</u> , Jouni Alinen	
OULUN VIATEK	5.0	Markku Salo	
GEOBOTNIA	4.5	<u>Rauli Luoma</u> , Olli Nuutilainen	
PSV	3.8	Jari Lassila	
VÄYLÄ	3.8	Heikki Pukkila	
FUNDUS	3.6	Ragnar Wikström	*
A-TIE	3.5	Markku Valtonen	
IPT GEOTURKU	3.3	Reino Heikinheimo	
POHJATEKNIikka	3.1	Tapani Tuisku, Christer Sundman	*
GEO-JUVA	3.0	Matti Mäki	*
KYMEN VIATEK IPT	3.0	Erkki Kettunen	*
PORIN JUVA	2.8	Pekka Vuola	*
PITKÄLÄ	2.3	Lauri Pitkälä	*
KAREG	1.8	Kari Avellan	*
HELOVUO	0.7	Markku Helovuo	*
HILPI		Eero Hilpi	
MAATESTI PITKÄKOSKI		Lauri Pitkäkoski	
PARKATTI & SALONEN		Antti Salonen	
LISÄKSI			
IPT (Osa VIATEK:ia)		Matti Honkaniemi	*
Geoyhtymä Oy (Ei SKOL:n jäsen)	8.0	Reijo Klemettilä	*



RAKENNUTTAJAT			
ALARYHÄ	Rakennuttaja	Yhteyshenkilö	Vastaus
Kaupungit	Espoo / Geotekniikkayksikkö	Pertti Eklund	
	Helsinki / Geotekninen osasto	Os.pääll. Usko Anttikoski	*
	Tampere / Tekninen toimisto, tekninen suunnittelu	Geotekn.ins. Aki Hyrkkönen	*
	Turku / Kunnallistekninen osasto	Suunnitt.ins. Risto Koivusalo	
	Vantaa / Kaupunkirakentaminen	Matti Holtari	*
Tiet	Tietaitos - 9 piiriä	Harri Jalonen	
	Uudenmaan tiepiiri	Rak.pääll. Alestalo	
	Vanhakartano - Bernböle	Proj.pääll. Juhani Ilmonen	*
	Turun tiepiiri		
	VT 1 Turku-Paimio	Proj. pääll. Tapio Jussila	
	Hämeen tiepiiri		
	VT 3 - projekti	Proj. pääll. Jorma Jokilehto	*
	Kaakkola-Suomen tiepiiri		
	VT 6, Vuoksenniskan ohitus	Proj. pääll. Erkki Latukka	
	Savo-Karjalan tiepiiri		
	Ilisalmen ohikulkutie	Proj.pääll. Hannu Nurmi	
	Kesk-Suomen tiepiiri		
	Kärköstensaamen silta	Proj.pääll. Tauno Ratala	*
	Vaasan tiepiiri		
	Raippaluodon silta	Touvo Kasari	
	Oulun tiepiiri		
	VT 4, Kiviniemi-Laanila	Veikko Kukkoaho	*
	Lapin tiepiiri		
	Kemi-Tornio	Oiva Tolppi	
Rautatiet	Valtionrautatiet - 5 piiriä	Jaakko Peltomaa	
	Helsingin ratakcskus	Ratapääll. Ronni	
	Kouvola ratakcskus	Ratapääll. Seppälä	*
	Pieksämäen ratakcskus	Ratapääll. Torri	
	Tampereen ratakcskus	Ratapääll. Hantula	*
	Oulun ratakcskus	Ratapääll. Haanpää	
Energia	Teollisuuden voima	Mauri Toivanen	
	IVO International	DI Jouko Halme	*
	Neste Engineering	Hankintapääll. Paavo Ikonen	*
	Kemijoki Oy	Rak.pääll. Martti Aaltonen	*
	Helsingin Energia	Kyösti Oasmaa	
Metsäteollisuus	Yhtymät Paperitehtaat Oy	Rakennuspääll. Markku Porkka	*
	Enso-Gutzeit Oy, Rakennusosasto	DI Pekka Roitto	
	Metsä-Serla Oy	Investointijoht. Tapani Kaila	
	Metsä Serla, Kirjaniemen paperitehdas	Veijo Timonen	
	Kaukas Oy	Rak.pääll. Simo Suo-Anttila	*
Muu teollisuus	Oy Nokia Ab	Ins. Erkki Oikarinen	
	Oy ALKO Ab	Ins. Jouko Peltomaa	
	Rautaruukki Oy	Kehitysjohtaja Marko Moisio	
Perustajaurakoitsijat	Puolimatka	Kalle Saine	
	AA Palmberg Oy	Risto Bono	
	Palmberg - Helsinki	Hannu Sohberg	
	Palmberg - Turku	Raimo Salo	
	Palmberg - Tampere	Seppo Kokkonen	
	YIT	Ilpo Valtioja	
	Polar	Otavi Rautainen	
	Skanska	Erkki Heikkinen	
	Hartela	Rak.pääll. Kari Varik	
Asunnot	SATO	Rakenn.pääll. Jouko Kuusela	*
	VVO	Tuotantojoht. Jouko Kemppinen	
Pankit & vakuutus	KOP, Kiinteistötoimi	Jorma Kajander	
	SYP, Kiinteistöt	Apul.joht. Jan Sioblad	*
	OKO, Kiinteistösiioitukset	Matti Alho	
	Postipankki	Olli Markus	
	Pohiola	Rak.pääll. Seppo Lyyränen	*
	Tapiola-Yhtiöt, Kiinteistöyksikkö	Hannu Turakainen	*
	Sampo-ryhmä, Kiinteistöt	Erkki Kotkavuori	
	Eläke-varma, Kiinteistöosasto	Rak.pääll. Matti Teittinen	*
	Omaisuu denhoitoyhtiö Arsenal	Kiint.hoidon vastaava Pentti Mustonen	*
Satama- laitokset	Helsinki	Aarno Ahti	*
	Kotka	Satamains. Riitta Kajatkari	*
	Raahc	Rak.pääll. Hannu Pyykönen	*
	Hamina	Seppo Mutku	*
Kaupan keskusliikkeet	KESKO Oy, Rakennuststo	Eero Ahtela	*
	TUKO	Taija Saarema	
	Tradeka Oy	Kiint. pääll. Arto Viitasalo	
	SOK, Kiinteistötoiminnot	Proj.pääll. Timo Jaaskelainen	*
	Osuusliike ELANTO	Rakennuttajapääll. Jaakko Esala	*
Muut	Puolustusministeriö, Puolustushallinnon rakennuslaitos	DI Seppo Palmu	
	Ilmailulaitos, Kenttäosasto / Rakennuststo	Apul.joht. Kanervo	*
	Helsingin yliopisto, Hallintovirasto / tekn. osasto	Timo Honkavaara	
	Rakennushallitus	Esko Haukka	



**TEKNILLINEN KORKEAKOULU  
RAKENNUS- JA MAANMITTAUSTEKNIIKAN OSASTO  
RAKENTAMISTALOUS**

**ASIA: HAASTATTELU- / KYSELYTUTKIMUS**

**TAUSTA:** TKK:n Rakentamistalouden laboratoriossa on käynnissä pohjarakentamisen urakoinnin kehittämistutkimus.

Tämä tutkimus tehdään pohjarakentamisen urakoitsijan näkökulmasta. Erityisen kiinnostuksen kohteena ovat eri pohjarakennusmenetelmien markkinat ja kehitysnäkymät. Toisena osa-alueena on kartoittaa uusia Suomessa vähän käytettyjä tai täysin uusia pohjarakennusmenetelmiä ja näiden menetelmien mahdollisuuksia Suomessa.

Toivomme teidän voivan ystävällisesti osallistua tutkimukseemme. Ongelman luonteen vuoksi menetelmänä on teemahaastattelu / -kysely. Toivomme, että teillä on aikaa ja kärsivällisyyttä vastata laajoihin kysymyksiin ja antaa asiantuntemuksenne käyttöömme.

Kiittäen

TKK, Rakentamistalous / Antti Tuomainen

Toivomme, että voisitte lähettää vastauksenne 10.3.1995 mennessä osoitteella (ei koske haastateltavia):

Teknillinen korkeakoulu  
Rakennus- ja maanmittaustekniikan osasto  
Rakentamistalous  
Apul.prof. Jouko Kankainen / Antti Tuomainen  
Rakentajainaukio 4  
02150 Espoo

tai faxilla 90-4513826

A.Tuomainen 18.6.1995

## HAASTATTELUKYSYMYKSET, SUUNNITTELUTOIMISTOT

### 1. Yleistiedot suunnittelutoimistosta

Suunnittelutoimiston nimi

---

Laskutus

---

1992

---

1993

---

1994

---

1995

---

Geoteknisen suunnittelun laskutusosuus

1992

---

1993

---

1994

---

1995

---

Kokeneet geoteknikot

- lukumäärä

---

- nimet

---

- kokemus

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

### 2. Minkälainen oli toimistonne pohjarakennuskohteiden suunnittelun jakauma menetelmittäin vuonna 1994 kotimaan kohteissa ?

Seuraavassa taulukossa esitetään joitakin pohjarakennusmenetelmiä. Toivon, että voitte täyttää suunnittelutoimistonne osalta vuoden 1994 suorit tiedot sekä arvioida menetelmän tulevaisuutta (kasvava, vähenevä, ennallaan). VAIHTOEHDOT-kohtaan merkitään ko. menetelmälle (yleensä) vaihtoehtoiset pohjarakennusmenetelmät.

Mikäli arvioitte jonkin menetelmän käytön yleistyvän, merkitkää kohtaan SYRJÄYTTÄÄ ne menetelmät, joita ko. menetelmä tulee mielestänne korvaamaan.



Menetelmä	Kohteiden määrä	Määrä ja yksikkö	Tulevaisuus	Vaihtoehdot	Syrjäyttää	Tyypillinen kohde	Huom.
Puiset lyöntipaalut							
TB - lyöntipaalut							
Teräspaalut (pieni dim.)							
Teräsputkipaalut (suuri dim.)							
Suurpaalut							
Elementtipaalut							
Porapaalut							
Täryhuhtelu							
Muut tärytiivistysmenetelmät							
Pudotustiivistys							
Tiivistyspaalutus							
Esikonsolidointi (pystyjoitus)							
Maainjektointi							
Jet Grouting (suihkupaalutus)							
Syvästabilointi							

Menetelmä	Kohteiden määrä	Määrä ja yksikkö	Tulevaisuus	Vaihtoehdot	Syryäyttää	Tyypillinen kohde	Huom.
Kalkkipilarit							
Kalkki/sementtipilarit							
Sementtipilarit							
Maan jäädytys							
Maan poltto							
Vahvistinmatot							
Vahvistinverkot							
Muut synteettiset valmisteet							
Juuripaalat / mikropaalat							
Maan naulaus							
Puuponttiseinä							
Terasponttiseinä							
Settiseinät							
Elementtiseinät							
Paaluseinät							





**3. Kun viimeisen 2-3:n vuoden aikana olette suunnitelleet vaativia pohjarakennuskohteita, niin mitä ratkaisua olette käyttäneet ?**

Vaativuus esim.:

- Pehmeät koheesiomaat
- Lohkareikot
- Vaikeat pohjavesiolosuhteet
- Ahdas rakennuspaikka (esim. olemassaolevan rakenteen vuoksi)

**4. Onko tiedossanne Suomessa uusia / vähän sovellettuja pohjarakennusmenetelmiä? Mikä on näiden menetelmien soveltuvuus Suomen oloihin ? Onko toimistollanne poikkeavien ratkaisujen suunnitteluosaamista ?**

**5. Millä pohjarakentamisen osa-alueella näette kehitysmahdollisuuksia ? Millaisia ongelmia ko. osa-alueisiin liittyy ?**

Osa-alueet jaoteltuna esim. : - Paaluperustukset  
- Maapohjan vahvistaminen  
- Kaivantorakenteet  
- Ankkurointi  
- Perustusten saneeraus

**6. Onko suunnittelutoimistollanne kiinnostusta pitkäaikaiseen yhteistyöhön jonkin urakoitsijan kanssa uusien pohjarakennusmenetelmien kehittämiseksi ja lanseeraamiseksi markkinoille ? Minkälaisesta yhteistyöstä voisi olla kyse / Millä ehdoilla olette valmis ryhtymään yhteistyöhön ?**

**7. Missä vaiheessa suunnittelutoimistonne laatujärjestelmän kehitys on ?  
Minkälaista kehitystyötä toimistonne tekee suunnitteluratkaisujen taloudellisuuden  
varmistamiseksi ?**



**HAASTATTELUKYSYMYKSET, RAKENNUTTAJAT****1. Yleistiedot rakennuttajasta**

Rakennuttajaorganisaation nimi

Rakennuttamisen kokonaisvolyymi

1992

1993

1994

1995

Urakoinnin osuus

1992

1993

1994

1995

Arvio pohjarakentamisen osuudesta  
urakoinnissa**2. Paljonko olette suunnitteluttaneet vaativia pohjarakennuskohteita viimeisten  
2-3 vuoden aikana (vuodessa) ?**

Vaativuus esim.:

- Löyhät koheesiomaat
- Lohkareikot
- Vaikeat pohjavesiolosuhteet
- Ahdas rakennuspaikka (esim. olemassaolevan rakenteen vuoksi)

**3. Ovatko rakennuttamienne kohteiden osalta vaikeat pohjarakennuskohteet lisääntyneet viimeisen viiden vuoden aikana ?**

**4. Lisääntyvätkö vaikeat pohjarakennuskohteet rakennuttamisessanne seuraavan viiden vuoden aikana ? Millä volyymilla ?**

**5. Onko teillä tällä hetkellä tarkastelun alla jokin erityinen vaativiin pohjarakennusolosuhteisiin rakennettava kohde ? Mikä ?**

**8. Miten suhtaudutte urakoitsijoiden osallistumiseen suunnitteluun / urakoitsijoiden omiin suunnitelmiin ?**

**9. Näettekö, että pohjarakentamisessa olisi saavutettavissa etua jonkinasteisella käytettävien menetelmien standardoinnilla sen sijaan, että jokaiseen kohteeseen "räätälöidään uusi ratkaisu" ?**

**10. Onko urakoitsijoiden oma suunnittelu lisääntynyt viime vuosina ?**



**11. Tuleeko urakoitsijoiden oma suunnitleminen rakennuttamissanne kohteissa lisääntymään lähitulevaisuudessa ?**

**12. Minkälaisia ongelmia urakoitsijoiden omassa suunnittelussa mielestänne on ?**

**13. Minkälaisena pidätte georakentamisen suunnittelutoimistojen osaamisen tasoa ?**

**14. Ovatko saamanne suunnitteluratkaisut taloudellisia ja saatteko suunnittelijoilta taloudellisuustietoa ?**

**15. Miten rakennuttaminen on kehittymässä ? Ollanko siirtymässä kohti KVR:sta, tuoteosakauppaa ja/tai osaurakoita ?**

**16. Onko vaativiin kohteisiin saatavissa urakoitsijoita ? Kuinka monta ? Ketkä urakoivat ?**

**17. Minkätasoinen on em. pohjarakentamisen urakoitsijoiden kalusto, laatu ja tekninen osaaminen ?**

**18. Millaisena pidätte kilpailutilannetta pohjarakennusurakoinnissa nyt ja lähitulevaisuudessa ?**